

**EFEKTIVITAS PERSILANGAN
TANAMAN CABAI (*Capsicum annum* L.)
RENTAN DAN TAHAN PENYAKIT BUSUK BATANG
PHYTOPHTHORA (*Phytophthora capsici* L.)**

**Oleh :
R.A. PRITA SARI PUTRI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**

**EFEKTIVITAS PERSILANGAN
TANAMAN CABAI (*Capsicum annuum* L.)
RENTAN DAN TAHAN PENYAKIT BUSUK BATANG
PHYTOPHTHORA (*Phytophthora capsici* Leon.)**

Oleh :

**R.A. PRITA SARI PUTRI
135040200111144**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT PEMULIAAN TANAMAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
MALANG
2018**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Februari 2018

R.A. Prita Sari Putri



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Efektifitas Persilangan Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.)
Rentan dan Tahan Penyakit Busuk Batang *Phytophthora*
(*Phytophthora capsici* Leon.)

Nama : R.A. Prita Sari Putri

NIM : 135040200111144

Jurusan : Budidaya Pertanian


Program Studi : Agroekoteknologi

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Disetujui,
Pembimbing Utama,


Afifuddin Latif Adiredjo, SP., MSc., PhD.
NIP.19811104 200501 1 002

Diketahui,
Ketua Jurusan Budidaya Pertanian


Dr. Ir. Nurul Aini, MS.
NIP. 19601012 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I



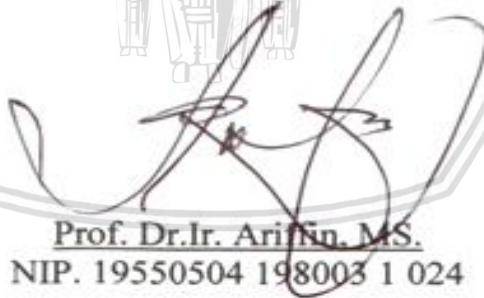
Dr. Budi Waluyo, SP., MP.
NIP. 19740525 199903 1 001

Penguji II



Afifuddin Latif Adiredjo, SP., M.Sc., P.hD
NIP. 19811104 200501 1 002

Penguji III



Prof. Dr.Ir. Arifin, MS.
NIP. 19550504 198003 1 024

Tanggal Lulus :

13 APR 2018

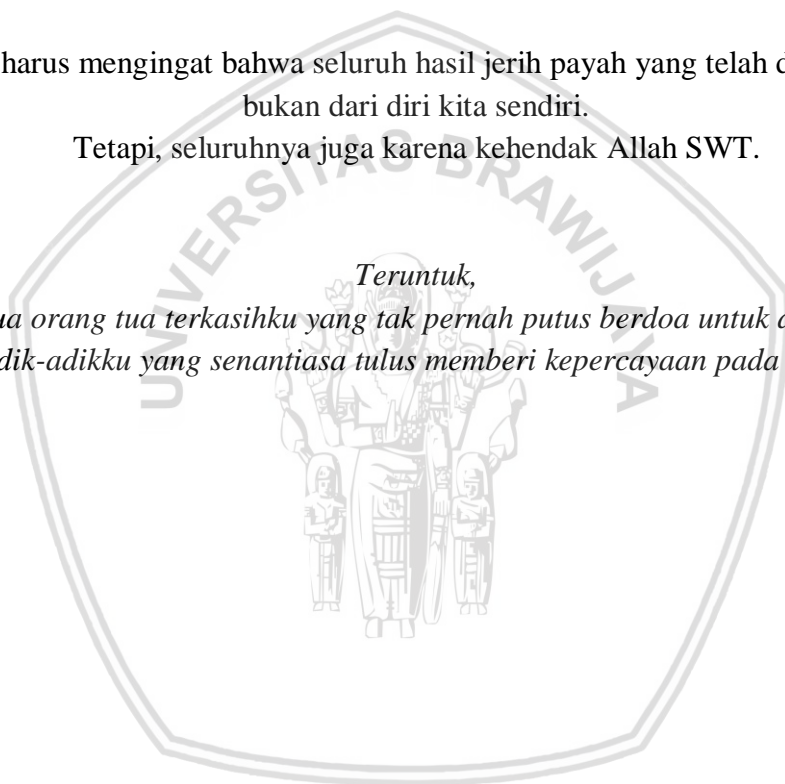
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فَبِأَيِّ آلَاءِ رَبِّكُمَا تُكَذِّبَانِ

**“Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?”
(Qs. Ar-Rahman 55 : 55)**

Kita harus mengingat bahwa seluruh hasil jerih payah yang telah diperoleh
bukan dari diri kita sendiri.
Tetapi, seluruhnya juga karena kehendak Allah SWT.

*Teruntuk,
Kedua orang tua terkasihku yang tak pernah putus berdoa untuk anaknya.
Dan adik-adikku yang senantiasa tulus memberi kepercayaan pada kakaknya.*



RINGKASAN

R.A. PRITA SARI PUTRI. 135040200111144. Efektivitas Persilangan Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.) Rentan dan Tahan Penyakit Busuk Batang *Phytophthora* (*Phytophthora capsici* Leon.) di bawah bimbingan Afifuddin Latif Adiredjo, SP., MSc., Ph.D. sebagai dosen pembimbing utama.

Cabai (*Capsicum annuum* L.) adalah salah satu tanaman sayuran dengan volume konsumsi yang tinggi di Indonesia. Konsumsi cabai penduduk Indonesia mencapai 4 kg/kapita/tahun. Data Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura (2016) menunjukkan bahwa produktivitas cabai nasional pada tahun 2015-2016 menurun sebesar 0,18%. Salah satu penyebab turunnya produktivitas cabai yaitu organisme pengganggu tanaman (OPT) seperti patogen *Phytophthora capsici* Leon. yang menyebabkan penyakit busuk batang *Phytophthora*. Metode pengendalian kimiawi tidak mampu mengurangi dampak dari patogen *P. capsici*. Varietas tahan merupakan solusi alternatif untuk mengendalikan patogen *P. capsici*. Namun, sampai saat ini belum ada varietas cabai yang memiliki produksi tinggi dan tahan terhadap *P.capsici*. Langkah awal merakit varietas tahan yaitu dengan menyilangkan genotip yang memiliki produksi tinggi dengan genotip tahan. Kegiatan introgresi atau penggabungan gen ketahanan *P.capsici* terjadi melalui persilangan. Genotip tahan menjadi penentu kecepatan introgresi ketahanan *P.capsici* pada keturunannya. Oleh karena itu, perlu mengidentifikasi efektivitas persilangan dan ketahanan tanaman cabai terhadap *P. capsici*.

Penelitian ini bertujuan untuk menyusun strategi pemuliaan tanaman cabai tahan busuk batang *Phytophthora*, menentukan efektivitas persilangan antara tetua tahan dan tetua rentan, menentukan efektivitas tetua tahan yang mampu mengintrogresi ketahanan dan menentukan kepekaan tetua rentan terhadap penyakit busuk pangkal batang *Phytophthora*. Hipotesis pada penelitian ini yaitu persilangan antara tetua tahan CM334 dan tetua rentan TB1.10.2.27 adalah kombinasi persilangan yang paling efektif, tetua tahan CM334 adalah tetua yang paling efektif untuk digunakan dalam introgresi ketahanan dan tetua rentan CJ19 adalah tetua yang paling peka terhadap penyakit busuk batang *Phytophthora*.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai Oktober 2017 di Kebun Percobaan PT. BISI International, Tbk Desa Ngroto, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Alat yang digunakan saat persilangan adalah pinset, germinator, *dryer*, EC meter, pH meter, pot tanam, tangki semprot, *cutter*, *stapler*, gunting, penggaris, spidol, pensil, bolpoin, buku tulis, dan kamera. Sedangkan alat yang digunakan saat skrining persilangan adalah *tray* semai, autoklaf, sprayer semprot 2 Liter, ember dan alat suntik. Bahan yang digunakan adalah tiga tetua tahan, yaitu: CM334 dan dua galur haploid ganda dari PI201238 yaitu PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24 dari *Asian Vegetable Research and Development Center* (AVRDC) dan dua haploid ganda rentan yaitu: TB1.10.2.27 dan CJ19 dari PT. BISI International, Tbk serta F1 dan F1 resiprok. Inokulum yang digunakan adalah isolat *P. capsici*, hasil koleksi dari Dusun Torong, Desa Tawang Sari, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Bahan lain, yaitu: kertas peram, handuk, TSP 10%, Bigest (GA₃), *cocopeat*, *cocochip*, ajir, tali ajir, tali rafia, papan nama, alkohol 70%, kantong polinasi, label polinasi, pupuk AB-Mix, dan pestisida.

Metode persilangan yang dilakukan dengan melakukan persilangan resiprok (bolak-balik) antara tetua tahan CM334, PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24 serta TB1.10.2.27, dan CJ19. Tetua bahan persilangan diwakili oleh 12 tanaman. Setiap kombinasi persilangan diwakili oleh 3 tanaman. Setiap tanaman dipolinasi sebanyak 10 kali. Penampisan ketahanan *P.capsici* dilakukan pada sampel bibit tanaman cabai dari 5 tetua dan generasi F1 dengan cara memberikan 5 ml inokulum atau sama dengan kerapatan 1×10^4 zoospora disetiap bibit tanaman (± 30 HSS). Pengamatan persilangan dan skrining ketahanan diamati dengan cara metode tanaman tunggal lalu data dianalisis menggunakan uji-t taraf 5%.

Hasil penelitian dibagi menjadi dua bagian yaitu persilangan dan skrining ketahanan. Hasil persilangan menunjukkan bahwa persilangan dengan menggunakan TB1.10.2.27 dan CJ19 sebagai tetua betina menunjukkan rerata persentase tinggi yaitu 27,8% dan 18,9% sehingga tetua rentan lebih baik digunakan sebagai tetua betina persilangan. Persilangan dengan menggunakan tetua tahan PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24 sebagai tetua jantan menghasilkan jumlah benih tertinggi sebanyak 1224 biji dan 815 biji sehingga tetua tahan lebih baik digunakan sebagai tetua jantan persilangan. Pada generasi F1 persilangan yang memiliki potensi hasil buah (keberhasilan persilangan) dan hasil biji jumlah biji tertinggi adalah persilangan TB1.10.2.27 \times PR10.3.4.24 dan TB1.10.2.27 \times PR10.3.3.6.

Hasil pengamatan skrining ketahanan menunjukkan bahwa tetua tahan PR10.3.4.24 sebagai tetua yang memiliki kriteria (ST) atau sangat tahan dan keparahan penyakit mutlak ($0,00 \pm 0,00$) terhadap *P.capsici* jika dibandingkan dengan CM334 yang memiliki kejadian penyakit (AR) atau agak rentan dengan nilai keparahan penyakit sebesar $0,27 \pm 0,43$. TB1.10.2.27 dan CJ19 sebagai tetua rentan memiliki kriteria penyakit (SR) atau sangat rentan terhadap *P.capsici*. Namun kedua tetua rentan memiliki tingkat keparahan penyakit yang berbeda. TB1.10.2.27 memiliki tingkat keparahan penyakit sebesar $1,21 \pm 1,05$ dan CJ19 sebesar $3,26 \pm 2,81$ sehingga CJ19 merupakan tetua yang memiliki kerentanan yang tinggi terhadap *P.capsici*. F1 persilangan antara tetua rentan TB1.10.2.27 sebagai tetua betina dan tetua tahan PR10.3.4.24 sebagai tetua jantan merupakan persilangan yang efektif karena tidak memiliki pengaruh tetua betina dan memiliki sifat heterosis. Selain itu, persilangan tersebut mampu menghasilkan buah dan biji yang banyak.

Berdasarkan hasil dan pembahasan disimpulkan bahwa strategi pemuliaan ketahanan tanaman cabai yaitu persilangan dengan menggunakan tetua rentan TB1.10.2.27 sebagai tetua betina dan tetua tahan PR10.3.4.24 sebagai tetua jantan karena mampu memperoleh biji dan buah dengan jumlah banyak, tidak memiliki pengaruh tetua betina dan mempunyai sifat heterosis terhadap ketahanan penyakit busuk batang *Phytophthora*. Selain itu, persilangan antara antara PR10.3.4.24 sebagai tetua jantan dan TB1.10.2.27 sebagai tetua betina adalah persilangan paling yang efektif dibandingkan dengan persilangan antara tetua rentan TB1.10.2.27 dan tetua tahan CM334. Sementara itu, PR10.3.4.24 adalah tetua tahan yang efektif dalam mengintrogesi ketahanan penyakit busuk batang *Phytophthora* dibandingkan dengan tetua tahan CM334. Sedangkan CJ19 adalah tetua yang paling peka terhadap penyakit busuk batang *Phytophthora*.

SUMMARY

R.A. PRITA SARI PUTRI. 135040200111144. Crossing Effectiveness of Pepper (*Capsicum annuum* L.) Phytophthora Stem Rot (*Phytophthora capsici* Leon.) Susceptible and Resistant under the guidance of Afifuddin Latif Adiredjo, SP., M.Sc, Ph.D. as a main supervisor.

Pepper (*Capsicum annuum* L.) is one of vegetable crops. It has high economic value and high consumption volume in Indonesia. Indonesia population pepper consumption were reached 4 kg/capita/year (Saptana *et al*, 2008). Based on data of Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura (2016) show that national pepper productivity decrease in 2015 to 2016 by 0.18%. One cause of pepper productivity decrease is *Phytophthora capsici* Leon. The pathogen causes Phytophthora stem rot disease. Disease control such as chemical method are not reduce *P. capsici* pathogens. Resistant varieties is alternative solution to prevent reduction of yields due to *P. capsici* pathogens. There is no pepper varieties that has high production and resistant to *P.capsici*. The first step to get resistant varieties is crossing between high production genotype and resistant genotype. The introgression or alleles incorporation of *P.capsici* resistance genes occur during by crossing. Resistant genotype as the determine of *P.capsici* resistance introgression in their offspring. Therefore, the crossing and resistance effectiveness to *P.capsici* should be known.

The research aims are determine of crossing combination effectiveness between resistant and susceptible parents, determine the effectiveness of resistant parents who resistant introgression and determine the sensitivity of susceptible parents to Phytophthora stem rot disease. The research hypothesis are crossing between CM334 and TB1.10.2.27 is effective, CM334 as resistance source is most effective parents to be used pepper resistant introgression of Phytophthora stem rot and CJ19 is the most sensitive parents of Phytophthora stem rot disease.

Research was conducted from January to October 2017 at Experimental Garden of PT. BISI International Tbk Ngroto Village, Pujon, Malang. The tool used during the crossing were tweezers, germinator, dryer, EC meters, pH meters, planting pots, spray tanks, cutter, staplers, scissors, rules, pen marker, pencil, pen, notebook and camera. The tools used during screening resistant were seedling tray, autoclaf, 2 liter's sprayer, bucket, and syringe. The materials used were three resistant parent lines, CM334 and two double haploid from PI201238 which are PR10.3.3.6 and PR10.3.4.24 form Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) and two susceptible parent lines double haploid, TB1.10.2.27 and CJ19 from PT. BISI International, Tbk and F1 and F1 reciprocal crossing. Inoculum used was isolates of *P. capsici* from the result of a collection of Torong Hamlet, Village Tawangsari, Pujon, Malang. Other materials, namely paper, bathrobe, towel, TSP 10%, Bigest (GA₃), cocopeat, cocochip, stakes, ropes stakes, rope, nameplate, &0% alcohol, pollination bag, pollination label, AB-Mix fertilizer and pesticides. The crossing methods used by reciprocal crossing between CM334, PR10.3.3.6, PR10.3.4.24, TB1.10.2.27, and CJ19. All the parent lines were represented by 12 plants. One plant required 10 flowers to be castaed and pollinated. Resistance screening samples from parent lines and F1 generation. The each samples was giving 5 ml inoculum *P.capsici* or 1×10^4 zoospores.



Observations were made using single plant method then the data were analyzed using t-test of 5% level.

The observations research are divided by crosses and resistance screening. The result of crosses show that using susceptible parents are TB1.10.2.27 and CJ19 as female parent line showed the highest percentage rate are 27.8% and 18.9%. So, the susceptible parents was better used as a female parent of crossing. The crosses using the PR10.3.3.6 and PR10.3.4.24 as male parents show that highest number of seed are 1224 seeds and 815 seeds. So, resistant parents was better used as a male parent of crossing. The offspring (F1) generation which has the potential fruits set and highest number of seeds is TB1.10.2.27 \times PR10.3.4.24 dan TB1.10.2.27 \times PR10.3.3.6.

The resistance screening observation results show that PR10.3.4.24 as very resistant criteria and absolute disease (0.00 ± 0.00) to *P. capsici* when compared CM334 has moderate susceptible criteria and has disease severity value is 0.27 ± 0.43 . TB1.10.2.27 and CJ19 have very susceptible criteria to *P. capsici*. However, they have different disease severity. TB1.10.2.27 has disease severity value of 1.21 ± 1.05 and CJ19 has disease severity of 3.26 ± 2.81 . So, CJ19 is susceptible parent has high susceptible to *P. capsici*. The cross between TB1.10.2.27 as the female parent and PR10.3.4.24 as the male parent is affective baceuse it has no maternal effect and has heterosis and that cross get produce many fruits and seeds.

The reseach conclusions is breeding strategy of Phytophthora stem rot pepper resistance disease is by using susceptible parent of TB1.10.2.27 as female parent and resistant parent of PR10.3.4.24 as male parent because thats cross get many fruits and seeds, no maternal effect and has heterosis. Crossing between CM334 and TB1.10.2.27 is effective but PR10.3.4.24 as male parent and TB1.10.2.27 as female parent is effective, CM334 is not effective resistance parent line but PR10.3.4.24 are effective resistant parent lines in introgression Phytophthora stem rot resistente and CJ19 is the most sensisitive eldest to Phytophthora stem rot disease.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Efektivitas Persilangan Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.) Rentan dan Tahan Busuk Batang *Phytophthora* (*Phytophthora capsici* Leon.)”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas semua rahmat dan ridho-Nya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan baik.
2. Bapak Afifudin Latif Adiredjo, S.P., M.P., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang segala kesabaran, nasehat, arahan dan meluangkan waktu untuk membimbing serta memberikan kritik dan saran.
3. Bapak Danang Widhiarso, S.P., M.Sc., Ibu Sulastriningsih, SP dan teman-teman tim cabai PT. BISI International, Tbk yang telah memberikan banyak waktu untuk memberikan nasehat, kritik dan saran.
4. Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada kedua orang tua terkasih yaitu R. Andry Prawita, SH dan Munawarah, kedua adik kandungku yaitu R.M. Thareq Rahmatullah dan R.M. Rehan Rahmatullah atas doa, cinta, kasih sayang, pengetahuan dan dukungan yang selalu diberikan kepada penulis.
5. Keluarga besar Mayor Arh Nasrullah Alfarisi dan Windi Purwanty, S.E serta Keluarga Pusedikarhanud yang banyak memberikan dukungan, motivasi dan bantuan secara moriil dan materiil.
6. Seluruh sahabat-sahabat setiaiku TM gengs, GPA gengs, dan kerabat dekat atas doa, pengetahuan dan dukungan yang selalu diberikan kepada penulis.
7. Rekan-rekan Budidaya Pertanian 2013 khususnya dari Lab. Pemuliaan Tanaman atas bantuan, dukungan dan kebersamaan dari awal penyusunan sampai akhir ujian skripsi.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan, baik pada teknis penulisan maupun materi mengingat akan kemampuan yang dimiliki penulis. Kritik dan saran dari semua pihak sangat penulis harapkan demi menyempurnakan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga Allah memberikan imbalan yang sama pada mereka yang telah memberikan bantuan, dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri khususnya, maupun bagi para pembaca.

Malang, 31 Januari 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sampang, pada tanggal 29 Oktober 1994 sebagai putri pertama dari tiga bersaudara. Anak dari pasangan Bapak R. Andry Prawita, SH dan Ibu Munawarah. Kedua adik saya bernama R.M. Thareq Rahmatullah dan R.M. Rehan Rahmatullah.

Penulis menempuh Taman Kanak-Kanak Pertiwi Sampang pada Tahun 1999 sampai tahun 2001, kemudian penulis melanjutkan ke SDN Gunong Sekar 1 Sampang pada tahun 2001 sampai tahun 2007. Pada tahun 2007-2010 penulis melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 1 Sampang kemudian tahun 2010-2013 penulis melanjutkan pendidikan ke R-SMA-B1 Negeri 1 Sampang. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur pada tahun 2013 melalui jalur SBMPTN.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten Dasar Perlindungan Tanaman pada Tahun 2014-2015. Penulis pernah aktif dalam organisasi BEM (Badan Eksekutif Mahasiswa) FP UB pada tahun 2015-2016. Penulis pernah aktif dalam beberapa kepanitiaan seperti PEMILWA FP UB 2013 dan Seminar Nasional Cita Bangsa 2015. Penulis juga pernah mendapatkan penghargaan sebagai juara 3 Lomba PKM-Pengabdian Masyarakat pada PKM Mahasiswa Baru Universitas Brawijaya tahun 2013 dan lolos pendanaan DIKTI pada PKM Kewirausahaan tahun 2016.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR	v
RIWAYAT HIDUP	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Hipotesis.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Cabai (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	4
2.2 Busuk Batang Phytophthora dan <i>Phytophthora capsici</i>	5
2.3 Ketahanan Tanaman Cabai.....	7
2.4 Pemuliaan Ketahanan Tanaman Cabai.....	8
2.5 Pengaruh Tetua Betina.....	8
2.6. Heterosis.....	9
3. BAHAN DAN METODE	10
3.1 Waktu dan Pelaksanaan.....	10
3.2 Bahan dan Alat.....	10
3.3 Metode Penelitian.....	10
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	11
3.4.1. Persilangan.....	11
3.4.2. Skrining Ketahanan.....	13
3.5 Pengamatan.....	14
3.5.1. Pengamatan Persilangan.....	14
3.5.2. Pengamatan Skrining Ketahanan.....	14
3.6 Analisis Data.....	16

4. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1. Hasil	18
4.1.1. Pengujian Efektivitas Persilangan.....	18
4.1.1.1. Keberhasilan Persilangan.....	18
4.1.1.2. Jumlah Biji per kombinasi persilangan	21
4.1.1.3. Berat Biji per kombinasi persilangan	24
4.1.2 Pengujian Efektifitas Introgresi Ketahanan Cabai terhadap <i>P.capsici</i>	27
4.1.2.1. Kejadian dan Keparahan Penyakit	27
4.1.2.2. Pendugaan Pengaruh Tetua Betina.....	32
4.1.2.3. Pendugaan Efek Heterosis dan Heterobeltiosis	33
4.2. Pembahasan	34
4.2.1. Efektifitas Persilangan.....	34
4.2.1.1. Tetua Bahan Persilangan yang Paling Efektif	34
4.2.1.2. Kombinasi Persilangan yang Paling Efektif	35
4.2.2. Status Ketahanan terhadap busuk batang Phytohpthora	36
4.2.2.1. Status Ketahanan Tetua	36
4.2.2.2. Status Kerentanan Tetua.....	37
4.2.2.3. Status Ketahanan F1	37
4.2.3. Pengaruh Tetua betina	38
4.2.4. Pendugaan Heterosis dan Heterobeltiosis.....	39
5. PENUTUP	40
5.1. Kesimpulan.....	40
5.2. Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	<i>Capsicum annuum</i> L.	4
2.	Gejala yang disebabkan oleh <i>Phytophthora capsici</i>	6
3.	Siklus hidup <i>Phytophthora capsici</i>	7



DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
1.	Daftar kode dan kombinasi persilangan antar tetua.....	11
2.	Keberhasilan persilangan pada kategori tetua betina.....	18
3.	Hasil uji t keberhasilan persilangan pada kategori tetua betina.....	19
4.	Keberhasilan persilangan pada kategori tetua jantan.....	20
5.	Hasil uji t keberhasilan persilangan pada kategori tetua jantan.....	21
6.	Jumlah biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua betina	21
7.	Hasil uji t jumlah biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua betina	22
8.	Jumlah biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua jantan	23
9.	Hasil uji t jumlah biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua jantan	24
10.	Berat biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua betina.....	25
11.	Hasil uji t berat biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua betina	25
12.	Berat biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua jantan.....	26
13.	Hasil uji t berat biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua jantan	27
14.	Kejadian dan keparahan penyakit dari CM334, TB1.10.2.27 dan F1.....	28
15.	Hasil uji t nilai RAUDPC dari CM334 dan TB1.10.2.27 dengan F1	28
16.	Kejadian dan keparahan penyakit dari CM334, CJ19 dan F1	28
17.	Hasil uji t nilai RAUDPC dari CM334 dan CJ19 dengan F1	29
18.	Kejadian dan keparahan penyakit dari PR10.3.3.6, TB1.10.2.27 dan F1	29
19.	Hasil uji t nilai RAUDPC dari PR10.3.3.6 dan TB1.10.2.27 dengan F1	30
20.	Kejadian dan keparahan penyakit dari PR10.3.3.6, CJ19 dan F1.....	30
21.	Hasil uji t nilai RAUDPC dari PR10.3.3.6 dan CJ19 dengan F1	31
22.	Kejadian dan keparahan penyakit dari PR10.3.4.24, TB1.10.2.27 dan F1	31
23.	Hasil uji t nilai RAUDPC dari PR10.3.4.24 dan TB1.10.2.27 dengan F1	31
24.	Kejadian dan keparahan penyakit dari PR10.3.4.24, CJ19 dan F1.....	32
25.	Hasil uji t nilai RAUDPC dari PR10.3.4.24 dan CJ19 dan F1	32
26.	Hasil uji t nilai RAUDPC antara F1 dengan F1 resiprokal	33
27.	Nilai heterosis dan heterobeltiosis persilangan dari F1 dan F1 resiprokal persilangan tetua tahan dengan TB1.10.2.27.....	33
28.	Nilai heterosis dan heterobeltiosis persilangan dari F1 dan F1 resiprokal persilangan tetua tahan dengan CJ19	34

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Denah Petak Penelirian	46
2.	Denah Jumlah Tanaman Per Petak	47
3.	Denah Petak Skrining Ketahanan	48
4.	Denah Jumlah Tanaman Pada Petak Skrining Ketahanan	49
5.	Karakter Agronomis Tetua Bahan Persilangan	50
6.	Hasil Pengamatan Persilangan dan Skrining Ketahanan Penyakit Busuk batang <i>Phytophthora</i>	51
7.	Foto Buah	52
8.	Foto Tetua Tahan <i>P. capsici</i>	53
9.	Foto Tetua Rentan <i>P. capsici</i>	54
10.	Foto Tanaman Sebelum dan Sesudah di Inokulasi <i>P. capsici</i>	55
11.	Foto Tanaman Sebelum dan Sesudah di Inokulasi <i>P. capsici</i>	56
12.	Foto Tanaman Sebelum dan Sesudah di Inokulasi <i>P. capsici</i>	57
13.	Foto Tanaman Sebelum dan Sesudah di Inokulasi <i>P. capsici</i>	58
14.	Foto Tanaman Sebelum dan Sesudah di Inokulasi <i>P. capsici</i>	59
15.	Foto Tanaman Sebelum dan Sesudah di Inokulasi <i>P. capsici</i>	60

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Cabai (*Capsicum annuum* L.) adalah salah satu tanaman sayuran dengan nilai ekonomi serta volume konsumsi yang tinggi di dunia, termasuk di Indonesia. Menurut Saptana *et al.* (2008), cabai adalah komoditas hortikultura yang potensial karena hampir setiap hari dikonsumsi oleh sebagian besar penduduk Indonesia dalam bentuk segar maupun olahan. Konsumsi cabai penduduk Indonesia mencapai 4 kg per kapita per tahun. Produktivitas cabai di Indonesia masih relatif rendah. Data Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura (2016) menunjukkan bahwa produktivitas cabai nasional pada tahun 2015-2016 mengalami penurunan sebesar 0,18%. Salah satu faktor penyebab penurunan produktivitas cabai adalah kerentanan terhadap hama dan penyakit.

Salah satu penyakit penting yang sering menyerang tanaman cabai adalah busuk batang *Phytophthora*. Patogen penyebab busuk batang *Phytophthora*, yaitu *Phytophthora capsici* Leon. Patogen tersebut mampu bergejala pada tanaman cabai disetiap fase pertumbuhan dan menyerang hampir seluruh bagian tanaman cabai seperti akar, batang, daun dan buah. Serangan patogen tersebut menyebabkan busuk pangkal batang, busuk daun, busuk buah, dan kelayuan tanaman. *P. capsici* adalah patogen tular tanah yang terbawa benih, serta bersifat polisiklik (Yunianti, 2007; Koç dan Ustun, 2012).

Pengendalian *P. capsici* di tingkat petani umumnya masih menggunakan metode kimiawi. Sekalipun demikian, metode ini masih belum mampu mengendalikan busuk batang *Phytophthora*. Sebagian besar petani masih menggunakan pestisida melebihi dosis untuk mengendalikan busuk batang *Phytophthora*. Dampak negatif dari penggunaan pestisida yang berlebihan adalah berkurangnya keanekaragaman hayati, serta kematian parasitoid, predator, hiperparasit maupun organisme menguntungkan lain seperti serangga penyerbuk, cacing maupun serangga pengurai. Oleh karena itu, perlu dikembangkan metode baru dalam upaya pengendalian penyakit busuk batang *Phytophthora*, yaitu melalui penggunaan varietas yang tahan *P. capsici* (Ameriana 2008; Yuantari *et al.*, 2013).

Varietas tahan *P. capsici* menjadi solusi alternatif untuk mencegah penurunan hasil akibat penyakit busuk batang *Phytophthora*. Penggunaan varietas tahan adalah praktek budidaya dan upaya pengendalian organisme pengganggu tanaman yang ekonomis, berkelanjutan dan aman bagi lingkungan, serta masih merupakan cara terbaik dalam upaya pengendalian *P. capsici*.

Sampai saat ini, tidak ada varietas cabai yang memiliki produksi buah yang tinggi dan tahan terhadap *P.capsici* sehingga pemulia masih mempunyai peluang besar untuk merakit varietas tahan *P.capsici*. Langkah awal merakit varietas tahan yaitu dengan menyilangkan genotip yang memiliki produksi tinggi dengan genotip tahan. Sayangnya, genotip tahan busuk batang *Phytophthora* umumnya tidak memiliki nilai agronomis yang menarik seperti hasil buah yang sedikit sehingga tidak menarik minat petani untuk menanamnya. Oleh karena itu, tantangan besar bagi pemulia tanaman untuk merakit varietas tahan busuk batang *Phytophthora* dengan nilai agronomis yang menarik bagi petani (Oelke *et al.*, 2003).

Introgresi ketahanan merupakan upaya penggabungan gen pengendali sifat tertentu khususnya ketahanan ke dalam satu individu melalui hibridisasi atau backcross (Harrison dan Larson, 2014). Genotip tahan menjadi penentu kecepatan introgresi untuk memperoleh varietas tahan. Selain itu, kepekaan dari tetua rentan juga menentukan kecepatan introgresi serta produksi hasil yang tinggi. Menurut Walker dan Bosland (1999), semakin tinggi tingkat kerentanan dari suatu tetua, maka diperlukan tetua tahan dengan tingkat ketahanan lebih tinggi. CM334 sejauh ini adalah aksesori dengan ketahanan terhadap *P. capsici* yang paling baik. Sementara, CJ19 merupakan aksesori cabai dengan ketahanan terhadap *P. capsici* yang paling rendah. Nilai *Area Under The Disease Progress Curve* (AUDPC) dan *Relative Area Under Disease Progress Curve* (RAUDPC) digunakan untuk menggambarkan tingkat ketahanan dan kerentanan tanaman cabai terhadap *P. capsici*. Oleh karena itu, diperlukan penelitian tentang efektivitas persilangan dari beberapa tetua sumber ketahanan maupun tetua rentan yang akan digunakan dalam introgresi sifat ketahanan terhadap *P. capsici*.

1.2. Tujuan

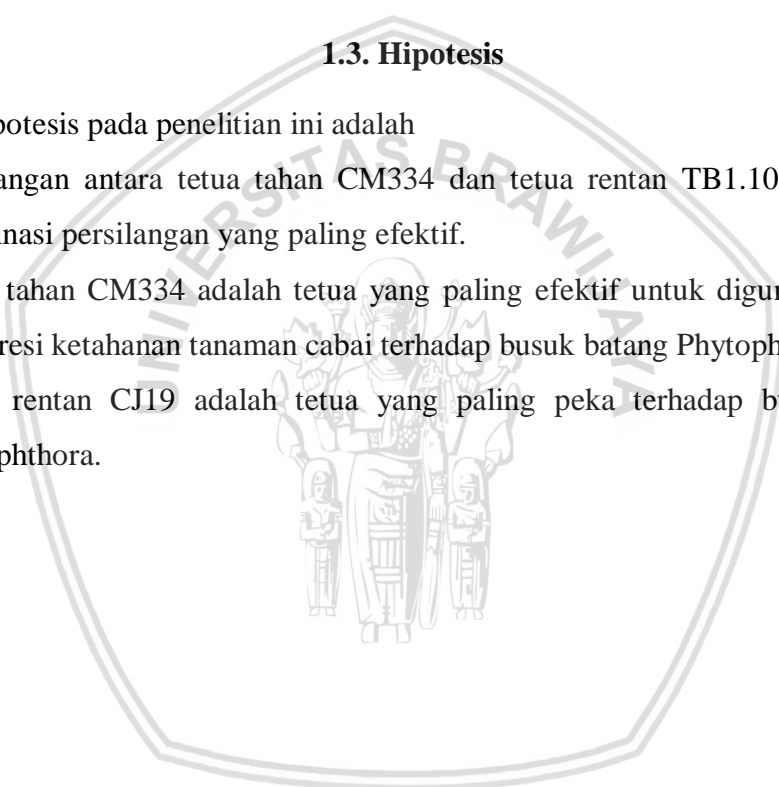
Tujuan umum penelitian ini adalah untuk menyusun strategi pemuliaan tanaman cabai yang tahan terhadap busuk batang *Phytophthora*. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah

1. Menentukan efektivitas persilangan tetua tahan dan tetua rentan.
2. Menentukan efektivitas tetua tahan yang digunakan dalam introgresi ketahanan tanaman cabai terhadap busuk batang *Phytophthora*.
3. Menentukan kepekaan tetua rentan terhadap busuk batang *Phytophthora*.

1.3. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah

1. Persilangan antara tetua tahan CM334 dan tetua rentan TB1.10.2.27 adalah kombinasi persilangan yang paling efektif.
2. Tetua tahan CM334 adalah tetua yang paling efektif untuk digunakan dalam introgresi ketahanan tanaman cabai terhadap busuk batang *Phytophthora*.
3. Tetua rentan CJ19 adalah tetua yang paling peka terhadap busuk batang *Phytophthora*.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Klasifikasi dan Deskripsi Tanaman Cabai

Genus *Capsicum* adalah anggota kingdom Plantae, divisi Magnoliophyta, kelas Magnoliopsida, ordo Solanales dan famili Solanaceae. Genus ini memiliki lima spesies yang telah dibudidayakan luas, yaitu *C. annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L. serta *C. pubescens* Ruiz & Pavon. Pusat keragaman genus ini berada di Amerika Selatan, terutama di Brazil dan Bolivia. Arkeolog menduga bahwa *Capsicum* dibudidayakan luas di Amerika Tengah dan Selatan dan dibawa ke Spanyol pada tahun 1493. Pusat domestikasi *C. annuum* sendiri berada di Meksiko, sementara keempat jenis lainnya berada di Amerika Selatan (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2006; Milind dan Sushila, 2012).

Tanaman cabai atau *C. annuum* L. (Gambar 1) juga tersebar di seluruh kepulauan Indonesia. Pedagang Portugis diduga mengintroduksi tumbuhan ini ke India pada tahun 1542 dan mencapai Asia Tenggara, termasuk Indonesia, dalam waktu relatif singkat. Hampir seluruh penduduk Indonesia memanfaatkan cabai baik sebagai bumbu masakan maupun sayuran segar (Djarwaningsih, 2005).



Gambar 1. *Capsicum annuum* L. (Bosland dan Walker, 2014)

C. annuum adalah tanaman perdu dengan batang yang mengeras menjadi kayu. *C. annuum* mempunyai banyak cabang. Daunnya berwarna hijau gelap, berbentuk bulat telur sampai tombak. Panjang daun 4 sampai 15 cm, sementara panjang tangkai daun 0,5 sampai 3,0 cm. Kebanyakan bunga cabai adalah bunga tunggal atau berkelompok. Mahkota bunga berwarna putih berbentuk bintang dengan benang sari berwarna biru, ungu atau kuning. Buah tunggal pada setiap ruas, bervariasi dalam ukuran, bentuk, warna dan tingkat kepedasan. Bentuk buah memanjang, menyerupai kerucut, seperti lonceng atau berbentuk bulat. Panjang buah bervariasi mulai dari 1 sampai 30 cm. Warna mentah adalah krem dan hijau, sementara warna buah masak adalah merah, kuning dan coklat. Biji berwarna krem sampai dengan kuning (Heiser dan Smith, 1953; Francis, 2004)

2.2. Busuk Batang *Phytophthora* dan *Phytophthora capsici*

Busuk batang *Phytophthora* disebabkan oleh patogen *Phytophthora capsici* Leon.. *P. capsici* diidentifikasi untuk pertama kali oleh Leon H. Leonian di *New Mexico Agricultural Research Station*, Las Cruces pada 1922. Pada tahun 1918, *P. capsici* menyebabkan kerusakan besar pada tanaman cabai di daerah New Mexico. *P. capsici* menyerang lebih dari 50 spesies pada lebih dari 15 keluarga tanaman. Salah satunya adalah *C. annuum*. *P. capsici* menyebabkan busuk akar dan pucuk, serta hawar daun, batang maupun buah (Ristaino dan Johnston, 1999; Hausbeck dan Lamour, 2004; Babadoost dan Zitter, 2009)

P. capsici mampu menginfeksi hampir setiap bagian dari tanaman cabai (Gambar 2). Patogen ini menyebabkan busuk pucuk dan membentuk gosong hitam pada batang tanaman. *P. capsici* juga menginfeksi daun dan menyebabkan gosong melingkar berwarna coklat keabu-abuan serta bercak basah. Gosong pada daun dan batang biasanya disebabkan oleh inokulum yang terpercik dan tersebar di tanah. Patogen juga dapat menginfeksi buah dan menyebabkan gosong pada buah, yang ditutupi sporangia putih. Serangan pada fase bibit dapat menyebabkan kematian sehingga bibit mengalami rebah semai. Bibit cabai yang terserang akan mendadak layu dan selanjutnya akan mengalami kematian (Ristaino dan Johnston, 1999; Yuniarti *et al.*, 2007; Akgül dan Mirik, 2008).

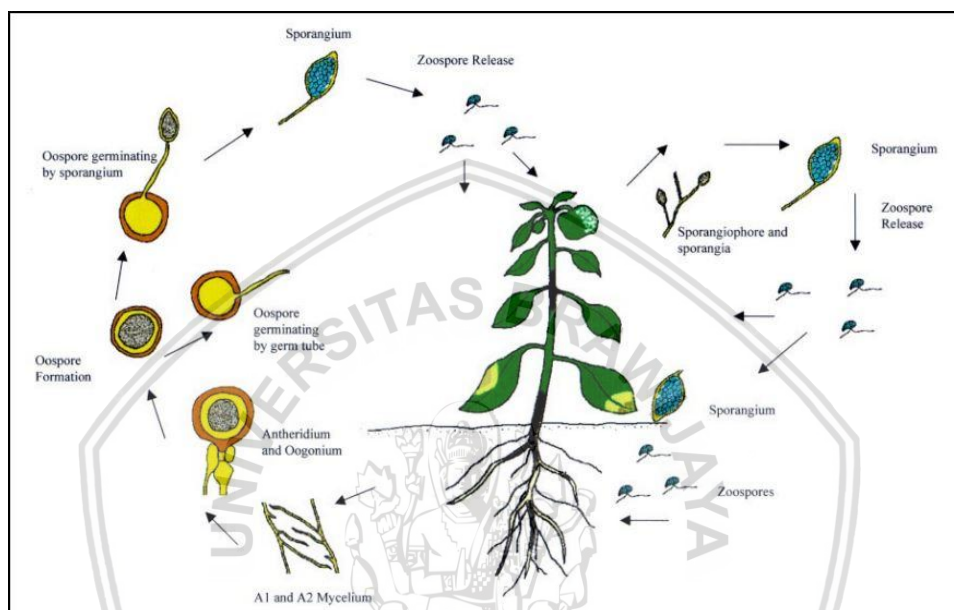


Gambar 2. Gejala yang disebabkan oleh *Phytophthora capsici* : (A) gosong daun, (B) busuk buah, (C) busuk batang, dan (D) busuk akar (Majid *et al.*, 2016)

P. capsici dapat bereproduksi baik secara seksual atau aseksual (Gambar 3). *P. capsici* merupakan satu-satunya spesies *Phytophthora* heterotalik yang secara teratur menyelesaikan tahap seksual. Secara seksual, patogen menghasilkan dua tipe kawin berbeda yang biasa dikenal sebagai miselium A1 dan A2. Setiap tipe kawin menghasilkan hormon yang bertanggung jawab terhadap diferensiasi gametangia berbeda. *P. capsici* menghasilkan gametangium jantan yang disebut anteridium, dan gametangium betina yang disebut oogonium. Pembelahan meiosis terjadi membentuk gametangium. Sementara, proses plasmogami dan kariogami menghasilkan oospora. Oospora adalah spora seksual yang berfungsi sebagai bentuk tahan dari patogen (Ristaino dan Johnston, 1999; Hausbeck dan Lamour, 2004). Oospora dapat berkecambah secara langsung melalui pembentukan buluh kecambah, atau tidak langsung melalui pembentukan sporangium. Oospora tahan terhadap kekeringan, suhu dingin, maupun kondisi lingkungan yang ekstrim serta mampu bertahan di dalam tanah lebih dari tiga tahun. Oospora akan berkecambah menghasilkan sporangia dan zoospora (Babadoost dan Zitter, 2009).

P. capsici bereproduksi secara aseksual dengan membentuk sporangium. Sporangia diproduksi pada jaringan tanaman yang terinfeksi dan tersebar oleh air dan udara. Sporangia dapat berkecambah dan menginfeksi jaringan inang secara langsung atau dengan melepaskan zoospora, yang dapat menginfeksi tanaman pada saat tanah jenuh air dan berada pada kapasitas lapang. Penyakit ini biasanya dikaitkan dengan curah hujan tinggi, irigasi berlebihan atau tanah kering. Irigasi seringkali meningkatkan insiden penyakit. Sporangia akan melepaskan zoospora

yang menginfeksi tanaman, sesaat setelah bersentuhan dengan tanaman cabai. Zoospora akan dilepaskan dalam air serta tersebar oleh irigasi atau air permukaan, dan mampu berenang selama beberapa jam untuk menginfeksi jaringan tanaman. Gosong akan terbentuk pada dasar tanaman setelah tanaman terinfeksi. Produksi dan penyebaran sporangia terjadi berulang-ulang di sepanjang musim (Irfan-Ud-Din *et al.*, 2013; Babadoost dan Zitter, 2009).



Gambar 3. Siklus hidup *Phytophthora capsici* (Ristaino dan Johnston, 1999)

2.3. Ketahanan Tanaman Cabai

Ketahanan genetik dibagi menjadi dua macam, yaitu ketahanan vertikal dan ketahanan horisontal. Ketahanan vertikal dikendalikan oleh satu (monogenik) atau beberapa gen (oligogenik), sementara ketahanan horisontal dikendalikan banyak gen (poligenik). Tingkat ketahanan vertikal umumnya lebih tinggi dari ketahanan horisontal, namun lebih mudah patah karena hanya mampu beradaptasi terhadap satu ras patogen spesifik. Sementara, ketahanan horisontal memiliki durabilitas yang lebih baik karena mampu beradaptasi terhadap lebih dari satu ras patogen (Robinson, 1968; Robinson, 2007).

Secara genetik, tanaman cabai mempunyai ketahanan terhadap *P. capsici*. Genotipe sumber ketahanan terhadap *P. capsici* yang telah diidentifikasi adalah C05485, CM331, CM334, Fidel, PI188478, PI201232, PI201234 dan PI201238 (AVRDC - The World Vegetable Center, 2013). CM334 atau Criollo de Morelos

334 merupakan sumber genetik terbaik dan paling konsisten untuk ketahanan terhadap *P. capsici*. Genotipe ini bisa bertahan tetap hidup hingga akhir pembuahan (Bosland dan Lindsey, 1991; Truong *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2015).

2.4. Pemuliaan Ketahanan Tanaman Cabai

Robinson (2007) mendefinisikan pemuliaan tanaman sebagai disiplin ilmu yang bertujuan untuk merakit atau memperbaiki sifat tanaman sesuai keinginan atau kebutuhan petani seperti produktivitas tinggi dan ketahanan terhadap hama dan penyakit. Disiplin ilmu ini berperan besar dalam perluasan daya adaptasi tanaman terhadap lingkungan melalui modifikasi morfologi dan peningkatan ketahanan terhadap organisme pengganggu tanaman (OPT).

Pemanfaatan kultivar tahan masih menjadi alternatif paling efektif dalam pengendalian OPT karena ramah lingkungan dan mampu mengendalikan dengan dampak lingkungan yang paling rendah (Ribeiro dan Bosland, 2012; Wang *et al.*, 2015). Perakitan varietas tahan diharapkan akan menjadi solusi bagi petani dalam mengendalikan ataupun mengurangi kerusakan tanaman akibat serangan OPT.

Program pemuliaan tanaman cabai untuk menghasilkan kultivar tahan busuk batang *Phytophthora* sudah dilakukan sejak dulu. Namun, hingga saat ini belum diperoleh kultivar dengan tingkat ketahanan tinggi terhadap *P. capsici* (Thabuis *et al.*, 2004; Pickersgill, 2007). Peluang pemulia dalam perbaikan sifat ketahanan tanaman cabai terhadap *P. capsici* masih luas melalui pemuliaan tanaman.

Pengembangan kultivar yang tahan busuk batang *Phytophthora* adalah kunci pendekatan integratif dari pengelolaan dan pengendalian penyakit tersebut. Galur tahan yang tersedia dapat dimanfaatkan sebagai bahan kegiatan introgresi untuk sifat ketahanan ini. Namun, introgresi ketahanan yang dilakukan berpotensi untuk menghilangkan sifat agronomis penting tetua penerima ketahanan. Oleh karena itu, pemulia tanaman perlu merancang metode introgresi paling efektif untuk menggabungkan sifat agronomis penting tersebut dengan sifat ketahanan terhadap busuk batang *Phytophthora* (Pickersgill, 1997; Candole *et al.*, 2012).

2.6. Pengaruh tetua betina

Pengaruh tetua betina atau *maternal effect* merupakan pengaruh akibat dari genotipe atau fenotipe ibu yang sama dengan fenotipe keturunannya (Wolf and Wade, 2009). Pendugaan pengaruh tetua betina dapat dilakukan pada karakter

ketahanan suatu tanaman. Informasi tentang pengaruh tetua betina sangat penting dalam menentukan strategi pemuliaan ketahanan tanaman.

Pendugaan pengaruh tetua betina pada ketahanan dapat dilihat dari karakter sifat pada F1 dan F1 resiprokal. Perbedaan antara F1 dan F1 resiprokal menunjukkan adanya pengaruh tetua betina dalam pewarisan karakter ketahanan tanaman (Silfianah *et al.*, 2012). Suatu karakter dapat dikendalikan oleh gen di dalam inti saja atau gen sitoplasma saja atau oleh keduanya. Untuk memastikan ada tidaknya pengaruh gen inti selain sitoplasma dapat dilihat pada generasi F2 (Handayani, 2008). Ketahanan yang dikendalikan oleh gen-gen didalam inti tidak berpengaruh pada pemilihan genotip sebagai tetua jantan ataupun tetua betina sedangkan ketahanan yang dikendalikan oleh gen-gen di luar inti dapat berpengaruh pada pemilihan genotipe tetua jantan ataupun tetua betina.

2.7. Heterosis

Teori heterosis adalah teori dasar dalam membentuk suatu hibrida. Dua teori yang menjadi dasar akibat dari efek heterosis yaitu teori dominan dan over dominan. Teori dominan diduga terdapat adanya peran atau faktor-faktor dominan dari banyak gen yang menimbulkan efek heterosis sedangkan teori over dominan diduga heterosis yang terjadi karena adanya tanggapan dan interaksi dari keadaan heterozigot (Crowders, 1986).

Heterosis adalah suatu superior dari hibrida yang dibandingkan dengan sifat tetuanya. Heterosis dibagi menjadi dua metode yaitu *mid-parent-heterosis* dan *high-parent-heterosis*. *Mid-parent-heterosis* adalah penampilan hibrida yang lebih baik dari penampilan rerata kedua tetuanya dan *high-parent-heterosis* adalah penampilan hibrida yang lebih baik dari salah satu penampilan tetua terbaiknya (Hallauer *et al.*, 2010). Varietas hibrida dibentuk dari heterosis. Sifat-sifat tersebut meliputi kualitas buah, daya hasil, resistensi terhadap hama dan penyakit, serta sifat penting lainnya (Arif *et al.*, 2012).

Nilai heterosis bisa positif atau negatif bergantung dari sifat atau karakter yang diamati. Pada karakter ketahanan tanaman, nilai negatif menunjukkan heterosis sedangkan pada karakter produksi atau hasil tanaman, nilai positif menunjukkan heterosis. Kedua nilai tersebut berguna untuk perbaikan tanaman bergantung pada tujuan dari objek pengembangannya (Maryam, 2017).

III. BAHAN DAN METODE

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari bulan Januari 2017 sampai Oktober 2017 di Kebun Percobaan PT BISI International Tbk, Desa Ngroto, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang, Jawa Timur dengan ketinggian 1.050 m dpl.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah dua aksesori rentan hasil induksi haploid ganda yaitu: TB1.10.2.27 dan CJ19 dari PT BISI International Tbk; tiga aksesori tahan, yaitu CM334 dari *The World Vegetable Center* (AVRDC), serta PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24 yang merupakan hasil induksi haploid ganda PI201238 dari PT BISI International Tbk. Inokulum yang digunakan berasal dari isolat *P. capsici* yang diisolasi dari tanaman cabai yang terinfeksi busuk batang *Phytophthora*, hasil koleksi dari Dusun Torong, Desa Tawang Sari, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Bahan lain, yaitu kertas peram, handuk, TSP 10%, Bigest (GA₃), *cocopeat*, *cocochip*, ajir, tali ajir, tali rafia, papan nama, alkohol 70%, kantong polinasi, label polinasi, pupuk AB-Mix, dan pestisida.

Alat yang digunakan saat perlakuan persilangan adalah pinset, germinator, *dryer*, EC meter, pH meter, pot tanam, tangki semprot, *cutter*, *stapler*, gunting, papan dada, penggaris, spidol, pensil, bolpoin, buku tulis, dan kamera. Sedangkan alat yang digunakan saat skrining persilangan adalah *tray* semai, autoklaf, sprayer semprot 2 liter, ember dan alat suntik.

3.3. Metode Penelitian

Generasi F1 diperoleh melalui persilangan bolak-balik atau resiprok antara tetua tahan CM334, PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24 dengan tetua rentan TB1.10.2.27 dan CJ19, seperti disajikan pada Tabel 1. Setiap tetua bahan persilangan diwakili 12 tanaman. Setiap kombinasi persilangan diwakili oleh 3 tanaman. Setiap tanaman dipolinasi sebanyak 10 kali. Pengamatan dilakukan terhadap setiap individu tanaman dari masing-masing tetua yang diuji.

Skrining ketahanan dilakukan setelah mendapatkan benih generasi F1 dari perlakuan persilangan. Sampel skrining ketahanan meliputi 5 tetua persilangan dan generasi F1 hasil persilangan resiprok. Seluruh sampel disemai dan ditumbuhkan sampai berumur ± 30 hari setelah semai (HSS). Inokulasi penyakit dilakukan pada bibit tanaman yang telah berumur ± 30 HSS dengan cara menginfestasi isolat *P.capsici* ke masing-masing sampel tetua tanaman cabai dan generasi F1. Pengamatan dilakukan pada setiap individu tanaman dari masing-masing generasi yang diuji.

Tabel 1. Daftar kode dan kombinasi persilangan antar tetua

Kode Persilangan	Tetua Betina \times Tetua Jantan
F1 _(C34\timesTB1)	C34 \times TB1
F1 _(C34\timesC19)	C34 \times C19
F1 _(PR1\timesTB1)	PR1 \times TB1
F1 _(PR1\timesC19)	PR1 \times C19
F1 _(PR2\timesTB1)	PR2 \times TB1
F1 _(PR2\timesC19)	PR2 \times C19
F1 _(TB1\timesC34)	TB1 \times C34
F1 _(TB1\timesPR1)	TB1 \times PR1
F1 _(TB1\timesPR2)	TB1 \times PR2
F1 _(C19\timesC34)	C19 \times C34
F1 _(C19\timesPR1)	C19 \times PR1
F1 _(C19\timesPR2)	C19 \times PR2

Keterangan : C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, TB1 = TB1.10.2.27, C19 = CJ19

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Persilangan Tanaman

1. Persiapan lahan

Penelitian dilakukan di dalam *greenhouse*. Persiapan lahan dilakukan dengan mengisi pot dengan media tanam berupa sabut kelapa yang sudah dipotong dalam bentuk kotak kecil (*cocochip*). Sabut kelapa terlebih dahulu direndam dengan air untuk menghilangkan kandungan tanin di dalamnya. Jarak tanam pot yaitu 60 cm x 40 cm.

2. Pemeraman dan persemaian

Sebelum diperam benih cabai diberi perlakuan (*seed treatment*) dengan Tri-Sodium Fosfat 10% dan Bigest (GA₃). Pemeraman dilakukan dengan menata dan membungkus benih di dalam kertas merang basah, lalu meletakkannya di dalam germinator. Benih yang berkecambah dengan radikula berukuran 1 cm disemai pada media semai berupa campuran serat sabut kelapa (*cocopeat*) dan kompos dengan perbandingan 3 : 1.

4. Penanaman

Penanaman dilakukan dengan menanam bibit cabai ke dalam pot berisi media sabut kelapa. Setelah itu, bibit dikocor dengan air.

5. Perawatan

Pengairan dilakukan menggunakan gembor setiap hari satu kali. Pemupukan menggunakan pupuk AB Mix dengan EC 1,8 dan diaplikasikan bersama dengan pengairan. Pengukuran pH dilakukan setiap satu minggu satu kali. pH normal media tanam yaitu 6,5. Pemasangan ajir dan kegiatan ikat tanaman dimulai saat tanaman berumur satu bulan setelah tanam. Kegiatan ini bertujuan untuk menjaga agar tanaman tetap tegak dan tidak rebah.

6. Penyiangan dan pengendalian OPT

Pengendalian OPT dilakukan dengan aplikasi pestisida serta secara teknis dengan mencabut dan membuang tanaman sakit.

7. Persilangan

Metode persilangan yang digunakan yaitu metode *hand pollination* (persilangan tangan). Persilangan dilakukan terhadap bunga cabai siap mekar, yang ditandai dengan pembesaran kuntum bunga serta perubahan warna mahkota bunga menjadi putih terang. Selanjutnya, bunga dikastrasi dengan cara mencabut kepala sari. Bunga jantan yang telah masak ditandai dengan kondisi bunga telah mekar sempurna. Serbuk sari bunga jantan ditaburkan pada putik bunga betina yang telah dikastrasi. Bunga yang telah diserbuki ditandai dengan label berisi kode persilangan dari tetua yang disilangkan, lokasi dan tanggal persilangan.

8. Panen dan ekstraksi biji

Buah yang dipanen adalah buah yang telah masak fisiologis dan ditandai dengan tidak adanya pertambahan ukuran dan perubahan warna kulit buah menjadi warna masaknya. Buah yang dipanen lalu diberi label panen yang berisi kode persilangan tetua, lokasi dan tanggal panen. Ekstraksi biji dilakukan dengan membelah kulit buah menggunakan *cutter* lalu merontokkan bijinya dengan pinset. Biji yang telah dirontokkan lalu dimasukkan ke dalam kantong kain dan dikeringkan dengan *dryer*.

3.4.2. Skrining Ketahanan

1. Pemeraman dan penyemaian

Sebelum diperam, benih cabai direndam dalam larutan Tri-Sodium Fosfat 10% selama 2 jam, lalu dicuci dengan air mengalir hingga bersih. Pemeraman dilakukan dengan menata dan membungkus benih pada kertas merang basah, lalu meletakkannya di dalam germinator. Benih yang telah memiliki radikula 1 cm lalu disemai pada media semai *cocopeat*, yang sudah disterilkan dengan autoklaf selama dua jam pada suhu 100 °C dan tekanan 1 atm.

2. Perawatan

Pengairan dilakukan satu hari satu kali. Pemupukan menggunakan pupuk AB-Mix dengan EC 1,8 dan diaplikasikan bersama dengan pengairan. Pengukuran pH media dilakukan setiap satu minggu satu kali. pH normal media tanam yaitu 6,5.

3. Pengendalian OPT

Pengendalian OPT dilakukan secara mekanik dengan mematikan hama secara langsung menggunakan tangan maupun dengan aplikasi pestisida.

4. Inokulasi *Phytophthora capsici*

Persiapan inokulum dan inokulasi *P. capsici* dilakukan sesuai dengan metode Bosland dan Lindsey (1991) yang telah dimodifikasi oleh Oelke *et al.* (2003). Bibit cabai yang telah berdaun 6-8 pada *tray* semai disiram dengan air bersih untuk membuat media tanam jenuh air. Setelah itu, masing-masing lubang *tray* semai diinfestasi dengan 5 mL inokulum *P. capsici* berkerapatan 2×10^3 zoospora.mL⁻¹, sehingga kerapatan inokulum *P. capsici* per lubang *tray* semai menjadi 1×10^4 zoospora.mL⁻¹.

3.5. Pengamatan

3.5.1. Pengamatan Persilangan

Karakter yang akan diamati pada tanaman tetua bahan persilangan untuk menguji efektivitas persilangan antar tetua adalah

1. Persentase Kejadian Persilangan, %

$$\% = \frac{\sum \text{Buah jadi}}{\sum \text{Bunga terpolinasi}} \times 100\%$$

2. Jumlah Biji per Kombinasi Persilangan, biji

Pengamatan dilakukan dengan menghitung seluruh biji hasil ekstraksi buah dengan kadar air biji 6,5% dari setiap tanaman pada masing-masing kombinasi persilangan tersebut.

3. Berat Biji per Kombinasi Persilangan, g

Pengamatan dilakukan dengan menimbang semua biji hasil ekstraksi buah dengan kadar air biji 6,5% dari setiap pada masing-masing kombinasi persilangan tersebut.

3.5.2. Pengamatan Skrining Ketahanan

Karakter yang diamati pada skrining ketahanan untuk menguji efektivitas introgresi ketahanan cabai terhadap *P. capsici* adalah

1. Persentase Kejadian Penyakit, %

Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah bibit hidup (tanpa gosong) dan mati (dengan gosong) dari setiap populasi pada 14 hari setelah inokulasi. Perbandingan jumlah bibit yang mati terhadap jumlah total bibit dikonversikan ke dalam Persentase Kejadian Penyakit seperti berikut :

$$\% = \frac{\sum \text{Bibit mati}}{\sum \text{Bibit total}} \times 100\%$$

Kriteria Ketahanan Populasi ditentukan berdasarkan nilai Persentase Kejadian Penyakit seperti dalam Kim *et al.* (1989) dengan modifikasi, sebagai berikut :
 0% = Sangat Tahan; >0–10% = Tahan; >10–20% = Agak Tahan; >20–30% = Agak Rentan; >30–50% = Rentan; >50% = Sangat Rentan.

2. Persentase Keparahan Penyakit, %

Pengamatan dilakukan dengan mengukur tinggi batang dan panjang gosong bibit mulai umur 0-14 hari setelah inokulasi. Pengamatan tinggi batang bibit dilakukan dengan cara mengukur jarak antara permukaan tanah dengan titik tertinggi bibit. Pengamatan panjang gosong (*lesion*) batang bibit dilakukan dengan cara mengukur jarak antara permukaan tanah dengan titik tertinggi gosong pada batang bibit. Perbandingan panjang gosong terhadap tinggi batang bibit dikonversikan dalam Persentase Keparahan Penyakit berikut :

$$\% = \frac{\sum \text{Panjang gosong}}{\sum \text{Tinggi bibit}} \times 100\%$$

Skor Ketahanan Individu ditentukan berdasarkan nilai Persentase Keparahan Penyakit seperti dalam Kim *et al.* (1989), sebagai berikut : 0 = 0%, Sangat Tahan; 1 = >0–2%, Tahan; 2 = >2–4%, Agak Tahan; 3 = >4–6%, Agak Rentan; 4 = >6–8%, Rentan; 5 = >8%, Sangat Rentan.

3. Area Under Disease Progress Curve (AUDPC)

Nilai AUDPC dihitung menggunakan rumus dari Shaner dan Finney (1977), sebagai berikut :

$$\text{AUDPC} = \sum_i^n \left[\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right] \times (t_{i+1} - t_i)$$

di mana:

y_i = kejadian penyakit pada waktu t_i

y_{i+1} = kejadian penyakit pada waktu t_{i+1}

t_i = waktu (hari) pengamatan ke- i

4. Relative Area Under Disease Progress Curve (RAUDPC)

Nilai RAUDPC dihitung menggunakan rumus dari Fry (1978), sebagai berikut:

$$\text{RAUDPC} = \frac{\text{AUDPC}}{t_i}$$

RAUDPC = kejadian penyakit

t_i = waktu (hari) dari mulai inokulasi hingga bibit mati

5. Heterosis dan Heterobeltiosis

Mid-Parent Heterosis (MPH) atau biasa disebut dengan heterosis diduga dengan membandingkan nilai RAUDPC F1 dengan nilai rerata RAUDPC kedua tetuanya. Sementara, *High-Parent Heterosis* (HPH) atau heterobeltiosis diduga dengan membandingkan nilai RAUDPC F1 dengan nilai RAUDPC dari tetua terbaiknya. MPH dan HPH dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{MPH} = \frac{\mu_{F_1} - \mu_{MP}}{\mu_{MP}} \times 100\%$$

di mana :

μ_{F_1} = nilai rerata contoh F1

$\mu_{MP} = \frac{P_1 + P_2}{2}$ = nilai rerata contoh *mid-parent* dari kedua tetua

$$\text{HPH} = \frac{\mu_{F_1} - \mu_{HP}}{\mu_{HP}} \times 100\%$$

di mana :

μ_{F_1} = nilai rerata contoh F1

μ_{HP} = nilai rerata contoh tetua terbaik

(Hallauer *et al.*, 1988)

3.6. Analisis Data

Efektivitas persilangan ditentukan dengan cara membandingkan nilai rerata setiap parameter menggunakan uji t. Efektivitas introgresi ketahanan ditentukan dengan melakukan perbandingan nilai rerata RAUDPC generasi F1 terhadap nilai rerata RAUDPC tetua penyusunnya menggunakan uji t. Pendugaan nilai t hitung dilakukan dengan menggunakan rumus berikut :

$$t_{\text{hit}} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

di mana :

t_{hit} = nilai t hitung

s_2^2 = nilai varian contoh 2

\bar{x}_1 = nilai rerata contoh 1

n_1 = jumlah individu contoh 1

\bar{x}_2 = nilai rerata contoh 2

n_2 = jumlah individu contoh 2

s_1^2 = nilai varian contoh 1

dengan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0$$

$$H_1 = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 \neq 0$$

(Singh dan Chaudhary, 1977)

Ada-tidaknya pengaruh tetua betina (*maternal effect*) ditentukan melalui perbandingan rerata populasi F1 dengan populasi F1 resiprokalnya menggunakan uji t. Pendugaan nilai t hitung dilakukan dengan menggunakan rumus berikut :

$$t_{\text{hit}} = \frac{\bar{x}_{F_1} - \bar{x}_{F_{1r}}}{\sqrt{\frac{s_{F_1}^2}{n_{F_1}} + \frac{s_{F_{1r}}^2}{n_{F_{1r}}}}}$$

di mana :

t_{hit} = nilai t hitung

$s_{F_{1r}}^2$ = nilai varian contoh F1R

\bar{x}_{F_1} = nilai rerata contoh F1

n_{F_1} = jumlah individu contoh F1

$\bar{x}_{F_{1r}}$ = nilai rerata contoh F1R

$n_{F_{1r}}$ = jumlah individu contoh F1R

$s_{F_1}^2$ = nilai varian contoh F1

dengan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0$$

$$H_1 = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 \neq 0$$

(Steel dan Torrie, 1960)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

4.1.1. Pengujian efektivitas persilangan

Data efektivitas persilangan diperoleh dari kombinasi persilangan lima tetua, yaitu tetua tahan CM334, PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24, serta tetua rentan TB1.10.2.27 dan CJ19. Karakter yang diamati adalah keberhasilan persilangan jumlah biji per kombinasi persilangan dan berat biji per kombinasi persilangan. Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan uji t .

4.1.1.1. Keberhasilan persilangan

Persilangan dengan menggunakan tetua tahan sebagai tetua betina menunjukkan bahwa CM334 menghasilkan rerata keberhasilan tertinggi yaitu sebesar 11,7%. Sedangkan, persilangan dengan menggunakan PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24 memberikan rerata keberhasilan yang lebih rendah dari CM334 yaitu berturut-turut sebesar 10,0% dan 5,0% (Tabel 2).

Tabel 2. Keberhasilan persilangan pada kategori tetua betina

Kombinasi Persilangan	Jumlah Bunga Disilangkan	Jumlah Buah Jadi	Keberhasilan Persilangan (%)
Tetua tahan (♀) × Tetua rentan (♂)			
C34 × TB1	30	4,0	13,3
C34 × C19	30	3,0	10,0
Rerata Betina C34	30	3,5	11,7
PR1 × TB1	30	4,0	13,3
PR1 × C19	30	2,0	6,7
Rerata Betina PR1	30	3,0	10,0
PR2 × TB1	30	2,0	6,7
PR2 × C19	30	1,0	3,3
Rerata Betina PR2	30	1,5	5,0
Tetua rentan (♀) × Tetua tahan (♂)			
TB1 × C34	30	2,0	6,7
TB1 × PR1	30	11,0	36,7
TB1 × PR2	30	12,0	40,0
Rerata Betina TB1	30	8,3	27,8
C19 × C34	30	2,0	6,7
C19 × PR1	30	9,0	30,0
C19 × PR2	30	6,0	20,0
Rerata Betina C19	30	5,7	18,9

Keterangan : C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, TB1 = TB1.10.2.27, C19 = CJ19

Sementara itu, persilangan dengan menggunakan tetua rentan sebagai tetua betina menunjukkan bahwa TB1.10.2.27 menghasilkan rerata tertinggi yaitu sebesar 27,8% dan CJ19 dengan nilai 18,9% (Tabel 2). Sehingga, keberhasilan persilangan tertinggi ditunjukkan dengan menggunakan tetua rentan sebagai tetua betina persilangan.

Pada Tabel 3, hasil uji t menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan antara persilangan yang menggunakan tetua tahan sebagai tetua betina dengan tetua rentan yang berbeda sebagai tetua jantan. Sementara, hasil uji t nilai menunjukkan bahwa persilangan yang menggunakan tetua rentan sebagai tetua betina dengan tetua tahan yang berbeda sebagai tetua jantan memberikan hasil yang berbeda. Nilai rerata keberhasilan persilangan menunjukkan bahwa terjadi perbedaan yang sangat nyata antara TB1.10.2.27 \times CM334 dengan TB1.10.2.27 \times PR10.3.3.6 dan TB1.10.2.27 \times CM334 dengan TB1.10.2.27 \times PR10.3.4.24. serta tidak menunjukkan perbedaan pada persilangan TB1.10.2.27 \times PR10.3.3.6 dan TB1.10.2.27 \times PR10.3.4.24. Nilai rerata keberhasilan persilangan menunjukkan bahwa terjadi perbedaan yang sangat nyata antara CJ19 \times CM334 dengan CJ19 \times PR10.3.3.6 dan CJ19 \times CM334 dengan CJ19 \times PR10.3.4.24 serta tidak menunjukkan perbedaan pada persilangan CJ19 \times PR10.3.3.6 dan CJ19 \times PR10.3.4.24.

Tabel 3. Hasil uji t keberhasilan persilangan pada kategori tetua betina

Kombinasi Persilangan	T hitung	T tabel (df; 0,05)	T tabel (df; 0,01)
Tetua tahan (♀) \times Tetua rentan (♂)			
C34 \times TB1 VS C34 \times C19	1,000 ^{tn}	2,132	3,747
PR1 \times TB1 VS PR1 \times C19	1,414 ^{tn}		
PR2 \times TB1 VS PR2 \times C19	0,707 ^{tn}		
Tetua rentan (♀) \times Tetua tahan (♂)			
TB1 \times C34 VS TB1 \times PR1	-4,025 ^{**}	2,132	3,747
TB1 \times C34 VS TB1 \times PR2	-5,657 ^{**}		
TB1 \times PR1 VS TB1 \times PR2	0,378 ^{tn}		
C19 \times C34 VS C19 \times PR1	-4,000 ^{**}		
C19 \times C34 VS C19 \times PR2	-5,000 ^{**}		
C19 \times PR1 VS C19 \times PR2	1,732 ^{tn}		

Keterangan: C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, TB1=TB1.10.2.27, C19 = CJ19; tn = tidak berbeda nyata, * = berbeda nyata, ** = sangat berbeda nyata

Pada Tabel 4, persilangan dengan menggunakan tetua tahan sebagai tetua jantan menunjukkan bahwa PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24 menghasilkan rerata keberhasilan yang tinggi, berturut-turut sebesar 33,3% dan 30,0%. Sedangkan CM334 menghasilkan rerata keberhasilan yang rendah yaitu 6,7%. Sementara itu, persilangan dengan menggunakan tetua rentan sebagai tetua jantan menunjukkan bahwa TB1.10.2.27 menghasilkan rerata keberhasilan persilangan yaitu 11,1% dan CJ19 menghasilkan rerata keberhasilan persilangan yang rendah yaitu 6,7%.

Tabel 4. Keberhasilan persilangan pada kategori tetua jantan

Kombinasi Persilangan	Jumlah Bunga Disilangkan	Jumlah Buah Jadi	Keberhasilan Persilangan (%)
Tetua rentan (♀) × Tetua tahan (♂)			
TB1 × C34	30	2,0	6,7
C19 × C34	30	2,0	6,7
Rerata Jantan C34	30	2	6,7
TB1 × PR1	30	11,0	36,7
C19 × PR1	30	9,0	30,0
Rerata Jantan PR1	30	10	33,3
TB1 × PR2	30	12,0	40,0
C19 × PR2	30	6,0	20,0
Rerata Jantan PR2	30	9	30,0
Tetua tahan (♀) × Tetua rentan (♂)			
C34 × TB1	30	4,0	13,3
PR1 × TB1	30	4,0	13,3
PR2 × TB1	30	2,0	6,7
Rerata Jantan TB1	30	4,2	11,1
C34 × C19	30	3,0	10,0
PR1 × C19	30	2,0	6,7
PR2 × C19	30	1,0	3,3
Rerata Jantan C19	30	2,0	6,7

Keterangan : C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, TB1 = TB1.10.2.27, C19 = CJ19

Hasil uji t menunjukkan bahwa persilangan dengan menggunakan tetua rentan yang berbeda sebagai tetua betina dengan tetua tahan sebagai tetua jantan menunjukkan hasil yang berbeda. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan antara persilangan TB1.10.2.27 × CM334 dengan CJ19 × CM334 dan TB1.10.2.27 × PR10.3.3.6 dengan CJ19 × PR10.3.3.6. Sedangkan, persilangan antara TB1.10.2.27 × PR10.3.3.6 dengan CJ19 × PR10.3.3.6 menunjukkan perbedaan yang sangat nyata. Sekalipun begitu, persilangan tetua tahan sebagai tetua betina dengan tetua rentan sebagai tetua jantan tidak terjadi perbedaan yang nyata (Tabel 5).

Tabel 5. Hasil uji t keberhasilan persilangan pada kategori tetua jantan

Kombinasi Persilangan	T hitung	T tabel (df; 0,05)	T tabel (df; 0,01)
Tetua rentan (♀) × Tetua tahan (♂)			
TB1 × C34 >< C19 × C34	0,707 ^{tn}	2,132	3,747
TB1 × PR1 >< C19 × PR1	0,756 ^{tn}		
TB1 × PR2 >< C19 × PR2	3,464 ^{**}		
Tetua tahan (♀) × Tetua rentan (♂)			
C34 × TB1 >< PR1 × TB1	0,000 ^{tn}	2,132	3,747
C34 × TB1 >< PR2 × TB1	1,414 ^{tn}		
PR1 × TB1 >< PR2 × TB1	1,414 ^{tn}		
C34 × C19 >< PR1 × C19	1,000 ^{tn}		
C34 × C19 >< PR2 × C19	2,000 ^{tn}		
PR1 × C19 >< PR2 × C19	0,707 ^{tn}		

Keterangan: C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, TB1=TB1.10.2.27, C19 = CJ19; tn = tidak berbeda nyata, ** = sangat berbeda nyata

4.1.1.2. Jumlah biji per kombinasi persilangan

Pada kategori tetua betina, rerata jumlah biji tertinggi dihasilkan oleh tetua rentan TB1.10.2.27 yaitu sebanyak 798 dan rerata jumlah biji paling sedikit dihasilkan oleh tetua tahan PR10.3.4.24 sebanyak 62 biji. Jumlah biji tertinggi dihasilkan oleh persilangan TB1.10.2.27 × PR10.3.3.6 sebanyak 1241 biji dan jumlah biji terendah sebanyak 59 benih pada persilangan PR10.3.4.24 × CJ19.

Tabel 6. Jumlah biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua betina

Kombinasi Persilangan	Rerata (g)
Tetua tahan (♀) × Tetua rentan (♂)	
C34 × TB1	106
C34 × C19	60
Rerata Betina C34	83
PR1 × TB1	251
PR1 × C19	98
Rerata Betina PR1	175
PR2 × TB1	64
PR2 × C19	59
Rerata Betina PR2	62
Tetua rentan (♀) × Tetua tahan (♂)	
TB1 × C34	144
TB1 × PR1	1241
TB1 × PR2	1010
Rerata Betina TB1	798
C19 × C34	46
C19 × PR1	1206
C19 × PR2	620
Rerata Betina C19	624

Keterangan : C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, TB1=TB1.10.2.27, C19 = CJ19

Hasil uji t pada Tabel 7 menunjukkan bahwa nilai jumlah biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua tahan sebagai tetua betina memiliki hasil yang berbeda. Nilai jumlah biji per kombinasi persilangan tersebut menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan jumlah biji pada persilangan CM344 \times TB1.10.2.27 dengan CM334 \times CJ19 dan PR10.3.4.24 \times TB1.10.2.27 dengan PR10.3.4.24 \times CJ19. Sedangkan pada persilangan PR10.3.3.6 \times TB1.10.2.27 dengan PR10.3.3.6 \times CJ19 menunjukkan perbedaan yang nyata.

Nilai jumlah biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua rentan sebagai tetua betina juga memiliki hasil yang berbeda. Hasil uji t tersebut menunjukkan bahwa terjadi perbedaan yang sangat nyata pada persilangan TB1.10.2.27 \times CM334 dengan TB1.10.2.27 \times PR10.3.3.6, TB1.10.2.27 \times CM334 dengan TB1.10.2.27 \times PR10.3.4.24, CJ19 \times CM334 dengan CJ19 \times PR10.3.3.6 dan CJ19 \times CM334 dengan CJ19 \times PR10.3.4.24. Sedangkan persilangan antara TB1.10.2.27 \times PR10.3.3.6 dengan TB1.10.2.27 \times PR10.3.4.24 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dan CJ19 \times PR10.3.3.6 dengan CJ19 \times PR10.3.4.24 menunjukkan perbedaan yang nyata (Tabel 7).

Tabel 7. Hasil uji t jumlah biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua betina

Kombinasi Persilangan	T hitung	T tabel (df; 0,05)	T tabel (df; 0,01)
Tetua tahan (♀) \times Tetua rentan (♂)			
C34 \times TB1 VS C34 \times C19	1,344 ^{tn}	2,132	3,747
PR1 \times TB1 VS PR1 \times C19	2,412 [*]		
PR2 \times TB1 VS PR2 \times C19	0,074 ^{tn}		
Tetua rentan (♀) \times Tetua tahan (♂)			
TB1 \times C34 VS TB1 \times PR1	-5,580 ^{**}	2,132	3,747
TB1 \times C34 VS TB1 \times PR2	-4,482 ^{**}		
TB1 \times PR1 VS TB1 \times PR2	0,917 ^{tn}		
C19 \times C34 VS C19 \times PR1	-4,795 ^{**}		
C19 \times C34 VS C19 \times PR2	-5,514 ^{**}		
C19 \times PR1 VS C19 \times PR2	2,296 [*]		

Keterangan : C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, TB1=TB1.10.2.27, C19 = CJ19

Pada kategori tetua jantan, rerata jumlah biji tertinggi dihasilkan oleh tetua tahan PR10.3.3.6 yaitu sebanyak 1224 biji dan rerata jumlah biji paling sedikit dihasilkan oleh tetua rentan CJ19 sebanyak 72 biji (Tabel 8).

Tabel 8. Jumlah biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua jantan

Kombinasi Persilangan	Rerata (g)
Tetua rentan (♀) × Tetua tahan (♂)	
TB1 × C34	144
C19 × C34	46
Rerata Jantan C34	95
TB1 × PR1	1241
C19 × PR1	1206
Rerata Jantan PR1	1224
TB1 × PR2	1010
C19 × PR2	620
Rerata Jantan PR2	815
Tetua tahan (♀) × Tetua rentan (♂)	
C34 × TB1	106
PR1 × TB1	251
PR2 × TB1	64
Rerata Jantan TB1	140
C34 × C19	60
PR1 × C19	98
PR2 × C19	59
Rerata Jantan C19	72

Keterangan : C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, TB1=TB1.10.2.27, C19 = CJ19

Hasil uji t menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan pada jumlah biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua rentan sebagai tetua betina dengan tetua tahan yang berbeda sebagai tetua jantan. Sedangkan hasil uji t jumlah biji per kombinasi persilangan berbeda-beda pada kategori tetua tahan sebagai tetua betina dan tetua rentan yang berbeda sebagai tetua jantan. Jumlah biji pada persilangan CM334 × TB1.10.2.27 dengan PR10.3.3.6 × TB1.10.2.27 menunjukkan terjadi perbedaan yang nyata, pada persilangan CM334 × TB1.10.2.27 dengan PR10.3.4.24 × TB1.10.2.27 menunjukkan perbedaan yang nyata dan pada persilangan PR10.3.3.6 × TB1.10.2.27 dengan PR10.3.4.24 × TB1.10.2.27 menunjukkan perbedaan yang sangat nyata. Sementara itu, hasil uji t menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan pada jumlah biji yang menggunakan tetua tahan yang berbeda sebagai tetua betina dan tetua rentan CJ19 sebagai tetua jantan (Tabel 9).

Tabel 9. Hasil uji t jumlah biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua jantan

Kombinasi Persilangan	T hitung	T tabel (df; 0,05)	T tabel (df; 0,01)
Tetua rentan (♀) × Tetua tahan (♂)			
TB1 × C34 VS C19 × C34	1,070 ^{tn}	2,132	3,747
TB1 × PR1 VS C19 × PR1	0,117 ^{tn}		
TB1 × PR2 VS C19 × PR2	1,965 ^{tn}		
Tetua tahan (♀) × Tetua rentan (♂)			
C34 × TB1 VS PR1 × TB1	-3,105 [*]	2,132	3,747
C34 × TB1 VS PR2 × TB1	0,950 ^{tn}		
PR1 × TB1 VS PR2 × TB1	3,902 ^{**}		
C34 × C19 VS PR1 × C19	-0,692 ^{tn}		
C34 × C19 VS PR2 × C19	0,016 ^{tn}		
PR1 × C19 VS PR2 × C19	0,494 ^{tn}		

Keterangan: C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, TB1=TB1.10.2.27, C19 = CJ19; tn = tidak berbeda nyata, * = berbeda nyata

4.1.1.3. Berat biji per kombinasi persilangan

Pada kategori tetua betina, rerata berat biji tertinggi dihasilkan oleh tetua rentan TB1.10.2.27 yaitu sebanyak 1,88 gram dan rerata paling sedikit dihasilkan oleh tetua tahan PR10.3.4.24 sebanyak 0,15 gram. Rerata berat biji tertinggi dihasilkan oleh persilangan TB1.10.2.27 × PR10.3.3.6 sebanyak 2,95 gram dan terendah sebanyak 0,10 gram benih pada persilangan TB1.10.2.27 × CM334.

Hasil uji t berat biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua tahan sebagai tetua betina menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan pada persilangan CM334 × TB1.10.2.27 dengan CM334 × CJ19 dan PR10.3.4.24 × TB1.10.2.27 dengan PR10.3.4.24 × CJ19. Sedangkan, persilangan PR10.3.4.24 × TB1.10.2.27 dengan PR10.3.4.24 × CJ19 menunjukkan perbedaan yang nyata. Sementara itu, hasil uji t berat biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua rentan sebagai tetua betina menunjukkan bahwa terjadi perbedaan yang sangat nyata pada persilangan TB1.10.2.27 × CM334 dengan TB1.10.2.27 × PR10.3.3.6, TB1.10.2.27 × CM334 dengan TB1.10.2.27 × PR10.3.4.24, CJ19 × CM334 dengan CJ19 × PR10.3.3.6, CJ19 × CM334 dengan CJ19 × PR10.3.4.24. Sedangkan, pada persilangan TB1.10.2.27 × PR10.3.3.6 dengan TB1.10.2.27 × PR10.3.4.24 menunjukkan tidak terjadi perbedaan dan persilangan CJ19 × PR10.3.3.6 dengan CJ19 × PR10.3.4.24 menunjukkan perbedaan yang nyata.

Tabel 10. Berat biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua betina

Kombinasi Persilangan	Rerata (g)
Tetua tahan (♀) × Tetua rentan (♂)	
C34 × TB1	0,31
C34 × C19	0,16
Rerata Betina C34	0,24
PR1 × TB1	0,60
PR1 × C19	0,21
Rerata Betina PR1	0,41
PR2 × TB1	0,16
PR2 × C19	0,13
Rerata Betina PR2	0,15
Tetua rentan (♀) × Tetua tahan (♂)	
TB1 × C34	0,10
TB1 × PR1	2,95
TB1 × PR2	2,59
Rerata Betina TB1	1,88
C19 × C34	0,14
C19 × PR1	2,79
C19 × PR2	1,44
Rerata Betina C19	1,47

Keterangan : C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, TB1=TB1.10.2.27, C19 = CJ19

Tabel 11. Hasil uji t berat biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua betina

Kombinasi Persilangan	T hitung	T tabel (df; 0,05)	T tabel (df; 0,01)
Tetua tahan (♀) × Tetua rentan (♂)			
C34 × TB1 VS C34 × C19	1,371 ^{tn}	2,132	3,747
PR1 × TB1 VS PR1 × C19	2,350 [*]		
PR2 × TB1 VS PR2 × C19	0,148 ^{tn}		
Tetua rentan (♀) × Tetua tahan (♂)			
TB1 × C34 VS TB1 × PR1	-7,094 ^{**}	2,132	3,747
TB1 × C34 VS TB1 × PR2	-6,562 ^{**}		
TB1 × PR1 VS TB1 × PR2	0,672 ^{tn}		
C19 × C34 VS C19 × PR1	-4,522 ^{**}		
C19 × C34 VS C19 × PR2	-5,709 ^{**}		
C19 × PR1 VS C19 × PR2	2,272 [*]		

Keterangan : C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, TB1=TB1.10.2.27, C19 = CJ19; tn = tidak berbeda nyata, * = berbeda nyata, ** = sangat berbeda nyata

Pada kategori tetua jantan, rerata berat biji tertinggi dihasilkan oleh tetua rentan PR10.3.3.6 yaitu sebanyak 2,87 gram dan rerata paling sedikit dihasilkan oleh tetua tahan CJ19 sebanyak 0,17 gram (Tabel 12).

Tabel 12. Berat biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua jantan

Kombinasi Persilangan	Rerata (g)
Tetua rentan (♀) × Tetua tahan (♂)	
TB1 × C34	0,10
C19 × C34	0,14
Rerata Jantan C34	0,12
TB1 × PR1	2,95
C19 × PR1	2,79
Rerata Jantan PR1	2,87
TB1 × PR2	2,59
C19 × PR2	1,44
Rerata Jantan PR2	1,34
Tetua tahan (♀) × Tetua rentan (♂)	
C34 × TB1	0,31
PR1 × TB1	0,60
PR2 × TB1	0,16
Rerata Jantan TB1	0,36
C34 × C19	0,16
PR1 × C19	0,21
PR2 × C19	0,13
Rerata Jantan C19	0,17

Keterangan : C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, TB1 = TB1.10.2.27, C19 = CJ19

Pada tabel 13, hasil uji t berat biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua rentan sebagai tetua jantan menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan pada persilangan TB1.10.2.27 × CM334 dengan CJ19 × CM334, TB1.10.2.27 × PR10.3.3.6 dengan CJ19 × PR10.3.3.6, CM334 × TB1.10.2.27 dengan PR10.3.3.6 × TB1.10.2.27, CM334 × TB1.10.2.27 dengan PR10.3.4.24 × TB1.10.2.27, CM334 × CJ19 dengan PR10.3.3.6 × CJ19, CM334 × CJ19 dengan PR10.3.4.24 × CJ19, PR10.3.3.6 × CJ19 dengan PR10.3.4.24 × CJ19. Sedangkan, persilangan TB1.10.2.27 × PR10.3.3.6 dengan TB1.10.2.27 × PR10.3.4.24 dan PR10.3.3.6 × TB1.10.2.27 dengan PR10.3.4.24 × TB1.10.2.27 menunjukkan tidak terjadi perbedaan yang nyata.

Tabel 13. Hasil uji t berat biji per kombinasi persilangan pada kategori tetua jantan

Kombinasi Persilangan	T hitung	T tabel (df; 0,05)	T tabel (df; 0,01)
Tetua rentan (♀) × Tetua tahan (♂)			
TB1 × C34 VS C19 × C34	-0,259 ^{tn}	2,132	3,747
TB1 × PR1 VS C19 × PR1	0,236 ^{tn}		
TB1 × PR2 VS C19 × PR2	2,774 [*]		
Tetua tahan (♀) × Tetua rentan (♂)			
C34 × TB1 VS PR1 × TB1	-1,822 ^{tn}	2,132	3,747
C34 × TB1 VS PR2 × TB1	1,163 ^{tn}		
PR1 × TB1 VS PR2 × TB1	2,972 [*]		
C34 × C19 VS PR1 × C19	-0,420 ^{tn}		
C34 × C19 VS PR2 × C19	0,191 ^{tn}		
PR1 × C19 VS PR2 × C19	0,441 ^{tn}		

Keterangan: C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, TB1=TB1.10.2.27, C19 = CJ19; tn = tidak berbeda nyata, * = berbeda nyata

4.1.2. Pengujian efektivitas introgresi ketahanan cabai terhadap *P. capsici*

Data pengujian efektivitas introgresi ketahanan cabai diperoleh dari karakter kejadian penyakit meliputi persentase tanaman mati serta karakter keparahan penyakit meliputi skor keparahan, nilai AUDPC dan RAUDPC dari tetua tahan CM334, PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24, tetua rentan TB1.10.2.27 dan CJ19, serta generasi pertama (F1) dan resiprokal persilangan antar tetua. Nilai hasil RAUDPC antar tetua dan F1 dianalisis dengan menggunakan uji t.

4.1.2.1. Kejadian dan keparahan penyakit

Tabel 14 menunjukkan bahwa persilangan tetua rentan TB1.10.2.27 dengan tetua tahan CM334 mampu meningkatkan kriteria ketahanan berdasarkan kejadian penyakitnya. Status kriteria ketahanan $F1_{(CM334 \times TB1.10.2.27)}$ dan $F1_{(TB1.10.2.27 \times CM334)}$ adalah Rentan (R). Kriteria ketahanan tersebut lebih baik dari kriteria ketahanan tetua rentan TB1.10.2.27 yaitu Sangat Rentan (SR). Selain itu, status ketahanan $F1_{(CM334 \times TB1.10.2.27)}$ dan $F1_{(TB1.10.2.27 \times CM334)}$ setara dengan tetua CM334 yang kriteria ketahanannya juga Rentan (R).

Nilai RAUDPC dari $F1_{(CM334 \times TB1.10.2.27)}$ berbeda sangat nyata dengan TB1.10.2.27 dan tidak terjadi perbedaan yang nyata dengan CM334 (Tabel 15) sehingga menunjukkan bahwa tingkat keparahan penyakit populasi F1 ini berkurang dibandingkan dengan tingkat keparahan tetua rentan TB1.10.2.27, dan setara dengan tetua CM334.

Tabel 14. Kejadian dan keparahan penyakit dari CM334, TB1.10.2.27, F1

Generasi	Jumlah Tanaman	Kejadian Penyakit				Keparahan Penyakit		
		Tahan (TG)	Rentan (G)	%	Kriteria	Skor	AUDPC	RAUDPC
C34 (T)	29	19	10	34	R	0,76 ± 1,12	2,06 ± 3,36	0,27 ± 0,43
TB1 (R)	36	1	35	97	SR	3,47 ± 1,61	11,04 ± 10,60	1,21 ± 1,05
F1 _(C34×TB1)	29	17	12	41	R	1,72 ± 2,27	6,20 ± 9,57	0,46 ± 0,63
F1 _(TB1×C34)	79	45	34	43	R	1,68 ± 2,16	9,58 ± 15,50	0,73 ± 1,15

Keterangan: C34 = CM334, TB1 = TB1.10.2.27, TG = Tanpa Gosong, G = Gosong, ST = Sangat Tahan, T = Tahan, AT = Agak Tahan, AR = Agak Rentan, R = Rentan, SR = Sangat Rentan

Tabel 15. Hasil uji t nilai RAUDPC dari CM334 dan TB1.10.2.27 dengan F1

Generasi	T hitung	T tabel (df; 0,05)	T tabel (df; 0,01)
C34 VS F1 _(C34×TB1)	-1,371 ^{tn}	1,673	2,395
C34 VS F1 _(TB1×C34)	-3,020 ^{**}	1,659	2,362
TB1 VS F1 _(C34×TB1)	3,560 ^{**}	1,669	2,387
TB1 VS F1 _(TB1×C34)	2,220 [*]	1,658	2,360

Keterangan: C34 = CM334, TB1 = TB1.10.2.27, tn = Tidak Berbeda Nyata, * = Berbeda Nyata, ** = Sangat Berbeda Nyata

Sebaliknya, persilangan tetua rentan CJ19 dengan tetua tahan CM334 justru tidak mampu meningkatkan kriteria ketahanan berdasarkan kejadian penyakitnya. Nilai kejadian penyakit dari F1_(CM334×CJ19) dan F1_(CJ19×CM334) berturut-turut adalah 79% dan 97%, atau masih masuk dalam kategori SR. Kriteria F1_(CM334×CJ19) dan F1_(CJ19×CM334) sama dengan kriteria ketahanan tetua CJ19 (Tabel 16).

Sekalipun begitu, terdapat penurunan keparahan penyakit dari F1_(CM334×CJ19). Nilai RAUDPC dari F1_(CM334×CJ19) menunjukkan perbedaan yang nyata dengan tetua rentan CJ19 (Tabel 17). Hal ini menunjukkan bahwa ada peningkatan penghambatan infeksi dari generasi F1 tersebut.

Tabel 16. Kejadian dan keparahan penyakit dari CM334, CJ19, F1

Generasi	Jumlah Tanaman	Kejadian Penyakit				Keparahan Penyakit		
		Tahan (TG)	Rentan (G)	%	Kriteria	Skor	AUDPC	RAUDPC
C34 (T)	29	19	10	34	R	0,76 ± 1,12	2,06 ± 3,36	0,27 ± 0,43
C19 (R)	40	0	40	100	SR	3,85 ± 1,37	18,39 ± 18,85	3,26 ± 2,81
F1 _(C34×C19)	34	7	27	79	SR	3,26 ± 1,88	12,78 ± 09,54	1,47 ± 1,17
F1 _(C19×C34)	31	1	30	97	SR	4,35 ± 1,08	29,72 ± 14,66	3,32 ± 1,53

Keterangan: C34 = CM334, C19 = CJ19, TG = Tanpa Gosong, G = Gosong, ST = Sangat Tahan, T = Tahan, AT = Agak Tahan, AR = Agak Rentan, R = Rentan, SR = Sangat Rentan

Tabel 17. Hasil uji t nilai RAUDPC dari CM334 dan CJ19 dengan F1

Generasi	T hitung	T tabel (df; 0,05)	T tabel (df; 0,01)
C34 VS F1 _(C34×C19)	-5,560 **	1,670	2,389
C34 VS F1 _(C19×C34)	-10,669 **	1,672	2,392
C19 VS F1 _(C34×C19)	3,668 **	1,666	2,379
C19 Vs F1 _(C19×C34)	-0,117 ^{tn}	1,667	2,382

Keterangan: C34 = CM334, C19 = CJ19, tn = Tidak Berbeda Nyata, * = Berbeda Nyata, ** = Sangat Berbeda Nyata

Tingkat ketahanan generasi F1_(PR10.3.3.6×TB1.10.2.24) dan F1_(TB1.10.2.24× PR10.3.3.6), berturut-turut adalah Agak Rentan (AR) dan Rentan (R). Hal ini juga menunjukkan bahwa persilangan tetua rentan TB1.10.2.27 dengan tetua tahan PR10.3.3.6 mampu meningkatkan tingkat ketahanan dari generasi F1-nya dengan lebih baik (Tabel 18).

Tabel 18. Kejadian dan keparahan penyakit dari PR10.3.3.6, TB1.10.2.27, F1

Generasi	Jumlah Tanaman	Kejadian Penyakit				Keparahan Penyakit		
		Tahan (TG)	Rentan (G)	%	Kriteria	Skor	AUDPC	RAUDPC
PR1 (T)	37	32	5	14	AT	0,27 ± 0,65	0,90 ± 2,44	0,07 ± 0,18
TB1 (R)	36	1	35	97	SR	3,47 ± 1,61	11,04 ± 10,60	1,21 ± 1,05
F1 _(PR1×TB1)	76	58	18	24	AR	0,66 ± 1,31	1,91 ± 4,40	0,15 ± 0,32
F1 _(TB1×PR1)	76	47	29	38	R	1,38 ± 1,92	6,33 ± 10,75	0,50 ± 0,84

Keterangan: PR1 = PR10.3.3.6, TB1 = TB1.10.2.27, TG = Tanpa Gosong, G = Gosong, ST = Sangat Tahan, T = Tahan, AT = Agak Tahan, AR = Agak Rentan, R = Rentan, SR = Sangat Rentan

Nilai keparahan penyakit dari kedua generasi F1 tersebut juga menunjukkan perbedaan yang sangat nyata dari tetua rentan TB1.10.2.27. Namun, menunjukkan hasil yang berbeda pada tetua tahan PR10.3.3.6. F1_(PR10.3.3.6×TB1.10.2.24) menunjukkan perbedaan yang nyata sedangkan F1_(TB1.10.2.24×PR10.3.3.6), menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada tetua tahan PR10.3.3.6. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat kemampuan penghambatan penyakit dari kedua generasi F1 ini masih berada di bawah kemampuan penghambatan tetua tahan PR10.3.3.6 (Tabel 19).

Tabel 19. Hasil uji t nilai RAUDPC dari PR10.3.3.6 dan TB1.10.2.27 dengan F1

Generasi	T hitung	T tabel (df; 0,05)	T tabel (df; 0,01)
PR1 VS F1 _(PR1×TB1)	-1,757 *	1,659	2,360
PR1 VS F1 _(TB1×PR1)	-4,307 **	1,659	2,360
TB1 VS F1 _(PR1×TB1)	5,956 **	1,659	2,361
TB1 VS F1 _(TB1×PR1)	3,553 **	1,659	2,361

Keterangan: PR1 = PR10.3.3.6, TB1 = TB1.10.2.27, tn = Tidak Berbeda Nyata, * = Berbeda Nyata, ** = Sangat Berbeda Nyata

Seperti halnya dengan tetua tahan CM334, persilangan tetua rentan CJ19 dengan tetua tahan PR10.3.3.6 tidak bisa meningkatkan kriteria ketahanan berdasarkan kejadian penyakitnya. Nilai kejadian penyakit F1_(PR10.3.3.6×CJ19) dan F1_(CJ19×PR10.3.3.6) berturut-turut adalah 89% dan 100% sehingga masih masuk dalam kategori Sangat Rentan (SR). F1_(PR10.3.3.6×CJ19) dan F1_(CJ19×PR10.3.3.6) sama dengan kriteria ketahanan tetua CJ19 (Tabel 20).

Tabel 20. Kejadian dan keparahan penyakit dari PR10.3.3.6, CJ19, F1

Generasi	Jumlah Tanaman	Kejadian Penyakit				Keparahan Penyakit		
		Tahan (TG)	Rentan (G)	%	Kriteria	Skor	AUDPC	RAUDPC
PR1 (T)	37	32	5	14	AT	0,27 ± 0,65	0,90 ± 2,44	0,07 ± 0,18
C19 (R)	40	0	40	100	SR	3,85 ± 1,37	18,39 ± 18,85	3,26 ± 2,81
F1 _(PR1×C19)	87	10	77	89	SR	3,09 ± 1,43	12,60 ± 8,11	1,43 ± 0,87
F1 _(C19×PR1)	74	0	74	100	SR	4,42 ± 0,79	20,35 ± 8,17	2,26 ± 0,86

Keterangan: PR1 = PR10.3.3.6, C19 = CJ19, TG = Tanpa Gosong, G = Gosong, ST = Sangat Tahan, T = Tahan, AT = Agak Tahan, AR = Agak Rentan, R = Rentan, SR = Sangat Rentan

Nilai keparahan penyakit dari F1_(PR10.3.3.6×CJ19) menunjukkan perbedaan yang nyata dan F1_(CJ19×PR10.3.3.6) menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada tetua rentan CJ19 sehingga mengindikasikan adanya penurunan keparahan penyakit dari kedua F1. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa kedua F1 tersebut lebih rendah dari tetua rentan CJ19, dan menunjukkan peningkatan penghambatan infeksi pada generasi F1 (Tabel 21).

Tabel 21. Hasil uji t nilai RAUDPC dari PR10.3.3.6 dan CJ19 dengan F1

Generasi	T hitung	T tabel (df; 0,05)	T tabel (df; 0,01)
PR1 VS F1 _(PR1×C19)	-13,924 **	1,657	2,357
PR1 VS F1 _(C19×PR1)	-21,051 **	1,659	2,361
C19 VS F1 _(PR1×C19)	4,041 **	1,657	2,357
C19 VS F1 _(C19×PR1)	2,195 *	1,659	2,360

Keterangan: PR1 = PR10.3.3.6, C19 = CJ19, tn = Tidak Berbeda Nyata, * = Berbeda Nyata, ** = Sangat Berbeda Nyata

Kriteria ketahanan dari generasi F1_(PR10.3.4.24×TB1.10.2.27) maupun F1_(TB1.10.2.27×PR10.3.4.24) adalah Agak Rentan (AR). Hal ini menunjukkan bahwa persilangan antara tetua rentan TB1.10.2.27 dengan tetua tahan PR10.3.4.24 bisa meningkatkan level ketahanan generasi F1-nya jauh lebih baik dari persilangan dengan tetua CM334 maupun PR10.3.3.6 (Tabel 22).

Tabel 22. Kejadian dan keparahan penyakit dari PR10.3.4.24, TB1.10.2.27, F1

Generasi	Jumlah Tanaman	Kejadian Penyakit				Keparahan Penyakit		
		Tahan (TG)	Rentan (G)	%	Kriteria	Skor	AUDPC	RAUDPC
PR2(T)	38	38	0	0	ST	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
TB1 (R)	36	1	35	97	SR	3,47 ± 1,61	11,04 ± 10,60	1,21 ± 1,05
F1 _(PR2×TB1)	40	31	9	23	AR	0,88 ± 1,68	3,05 ± 6,52	0,18 ± 0,38
F1 _(TB1×PR2)	77	55	22	29	AR	0,90 ± 1,56	2,73 ± 5,23	0,22 ± 0,41

Keterangan: PR2 = PR10.3.4.24, TB1 = TB1.10.2.27, TG = Tanpa Gosong, G = Gosong, ST = Sangat Tahan, T = Tahan, AT = Agak Tahan, AR = Agak Rentan, R = Rentan, SR = Sangat Rentan

Nilai keparahan penyakit dari kedua generasi F1 tersebut menunjukkan perbedaan yang sangat nyata dengan tetua rentan TB1.10.2.27 dan tetua tahan PR10.3.4.24. Hal ini menunjukkan bahwa nilai keparahan penyakit kedua generasi F1 tersebut lebih rendah dari tetua rentan TB1.10.2.27 tetapi juga masih di bawah nilai keparahan penyakit dari tetua tahan PR10.3.4.24. (Tabel 23).

Tabel 23. Hasil uji t nilai RAUDPC dari PR10.3.4.24 dan TB1.10.2.27 dengan F1

Generasi	T hitung	T tabel (df; 0,05)	T tabel (df; 0,01)
PR2 VS F1 _(PR2×TB1)	-2,655 **	1,665	2,376
PR2 VS F1 _(TB1×PR2)	-4,669 **	1,658	2,360
TB1 VS F1 _(PR2×TB1)	5,576 **	1,666	2,378
TB1 VS F1 _(TB1×PR2)	5,490 **	1,659	2,360

Keterangan: PR2 = PR10.3.4.24, TB1 = TB1.10.2.27, tn = Tidak Berbeda Nyata, * = Berbeda Nyata, ** = Sangat Berbeda Nyata

Persilangan antara tetua rentan CJ19 dengan tetua tahan PR10.3.4.24 juga tidak mampu meningkatkan kriteria ketahanan F1-nya. Nilai kejadian penyakit dari $F1_{(PR10.3.4.24 \times CJ19)}$ dan $F1_{(CJ19 \times PR10.3.4.24)}$ berturut-turut adalah 80% dan 98%, sehingga masih masuk dalam kategori Sangat Rentan (SR) atau setara dengan kriteria ketahanan tetua CJ19 (Tabel 24).

Tabel 24. Kejadian dan keparahan penyakit pada PR10.3.4.24, CJ19, F1

Generasi	Jumlah Tanaman	Kejadian Penyakit				Keparahan Penyakit		
		Tahan (TG)	Rentan (G)	%	Kriteria	Skor	AUDPC	RAUDPC
PR2 (T)	38	38	0	0	ST	$0,00 \pm 0,00$	$0,00 \pm 0,00$	$0,00 \pm 0,00$
C19 (R)	40	0	40	100	SR	$3,85 \pm 1,37$	$18,39 \pm 18,85$	$3,26 \pm 2,81$
F1 (PR2×C19)	40	8	32	80	SR	$3,13 \pm 1,80$	$14,35 \pm 12,89$	$1,41 \pm 1,10$
F1 (C19×PR2)	80	2	78	98	SR	$3,98 \pm 1,13$	$14,59 \pm 9,17$	$1,64 \pm 0,95$

Keterangan: PR2 = PR10.3.4.24, C19 = CJ19, TG = Tanpa Gosong, G = Gosong, ST = Sangat Tahan, T = Tahan, AT = Agak Tahan, AR = Agak Rentan, R = Rentan, SR = Sangat Rentan

Kedua generasi tersebut menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada tetua rentan CJ19 dan tetua tahan PR10.3.4.24. Nilai RAUDPC kedua F1 tersebut lebih rendah dari nilai RAUDPC tetua rentan CJ19 dan menunjukkan peningkatan penghambatan infeksi dari generasi F1-nya (Tabel 25).

Tabel 25. Hasil uji t nilai RAUDPC tetua PR10.3.4.24 dan CJ19 dengan F1

Generasi	T hitung	T tabel (df; 0,05)	T tabel (df; 0,01)
PR2 VS F1 (PR2×C19)	-7,185 **	1,665	2,376
PR2 VS F1 (C19×PR2)	-15,694 **	1,658	2,359
C19 VS F1 (PR2×C19)	3,882 **	1,665	2,375
C19 VS F1 (C19×PR2)	3,539 **	1,658	2,358

Keterangan: PR2 = PR10.3.4.24, C19 = CJ19, tn = Tidak Berbeda Nyata, * = Berbeda Nyata, ** = Sangat Berbeda Nyata

4.1.2.2. Pendugaan pengaruh tetua betina

Hasil uji t menunjukkan adanya pengaruh tetua betina pada nilai RAUDPC dari F1 dan F1 resiprok hasil persilangan CM334 dengan CJ19, PR10.3.3.6 dengan TB1.10.2.27, serta PR10.3.3.6 dengan CJ19 (Tabel 26).

Tabel 26. Hasil uji t nilai RAUDPC antara F1 dengan F1 resiprokal

Generasi	T hitung	T tabel (df; 0,05)	T tabel (df; 0,01)
F1 _(C34×TB1) VS F1 _(TB1×C34)	-1,522 ^{tn}	1,659	2,362
F1 _(PR1×TB1) VS F1 _(TB1×PR1)	-3,414 ^{**}	1,655	2,351
F1 _(PR2×TB1) VS F1 _(TB1×PR2)	-0,489 ^{tn}	1,658	2,359
F1 _(C34×C19) VS F1 _(C19×C34)	-5,424 ^{**}	1,669	2,387
F1 _(PR1×C19) VS F1 _(C19×PR1)	-6,084 ^{**}	1,654	2,350
F1 _(PR2×C19) VS F1 _(C19×PR2)	-1,157 ^{tn}	1,658	2,358

Keterangan: C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, TB1=TB1.10.2.27, C19 = CJ19, tn = Tidak Berbeda Nyata, * = Berbeda Nyata, ** = Sangat Berbeda Nyata

Sementara itu, nilai RAUDPC dari F1 dan F1 resiprokal hasil persilangan CM334 dengan TB1.10.2.27, PR10.3.4.24 dengan TB1.10.2.27, dan PR10.3.4.24 dengan CJ19 tidak menunjukkan adanya perbedaan, yang berarti tidak terdapat pengaruh tetua betina (Tabel 26).

4.1.2.3. Pendugaan efek heterosis dan heterobeltiosis

Semua persilangan antara tetua tahan dan TB1.10.2.27 menunjukkan adanya efek heterosis, namun tidak menunjukkan efek heterobeltiosis (Tabel 27). Pola yang berbeda ditunjukkan oleh persilangan antara tetua tahan dan CJ19. Persilangan antara tetua tahan dan CJ19 menunjukkan bahwa adanya efek heterosis, kecuali F1_(PR10.3.4.24×CJ19) dan F1 resiprokalnya. Namun, semua generasi F1 dan F1 resiprokalnya tidak menunjukkan efek heterobeltiosis (Tabel 28).

Tabel 27. Nilai heterosis dan heterobeltiosis dari F1 dan F1 resiprokal persilangan tetua tahan dengan TB1.10.2.27

Generasi	$\mu_{F1}-\mu_{MP}$	μ_{MP}	MPH (%)	$\mu_{F1}-\mu_{HP}$	μ_{HP}	HPH (%)
F1 _(C34×TB1)	-0,277	0,741	-37,382	0,193	0,271	71,218
F1 _(TB1×C34)	-0,012	0,741	-1,619	0,458	0,271	169,004
F1 _(PR1×TB1)	-0,490	0,639	-76,682	0,082	0,067	122,388
F1 _(TB1×PR1)	-0,137	0,639	-21,440	0,435	0,067	649,254
F1 _(PR2×TB1)	-0,424	0,606	-69,967	0,181	0,000	∞
F1 _(TB1×PR2)	-0,387	0,606	-63,861	0,219	0,000	∞

Keterangan : C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, TB1=TB1.10.2.27

Tabel 28. Nilai heterosis dan heterobeltiosis dari F1 dan F1 resiprokal persilangan tetua tahan dengan CJ19

Generasi	$\mu_{F1}-\mu_{MP}$	μ_{MP}	MPH (%)	$\mu_{F1}-\mu_{HP}$	μ_{HP}	HPH (%)
F1 _(C34×C19)	-0,292	1,766	-16,534	1,203	0,271	443,911
F1 _(C19×C34)	1,556	1,766	88,109	3,051	0,271	1125,830
F1 _(PR1×C19)	-0,235	1,664	-14,123	1,362	0,067	2032,836
F1 _(C19×PR1)	0,599	1,664	35,998	2,196	0,067	3277,612
F1 _(PR2×C19)	-0,218	1,631	-13,366	1,412	0,000	∞
F1 _(C19×PR2)	0,016	1,631	0,981	1,647	0,000	∞

Keterangan : C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, C19 = CJ19

4.2. Pembahasan

4.2.1. Efektivitas Persilangan

4.2.1.1. Tetua bahan persilangan yang paling efektif

Penentuan tetua bahan persilangan merupakan langkah awal dalam menyusun strategi pemuliaan varietas tahan. Penentuan tetua bahan persilangan meliputi tetua betina dan tetua jantan. Tetua betina dan jantan yang efektif berperan penting dalam keberhasilan program pemuliaan tersebut (Arterburn *et al.*, 2010; Putra *et al.*, 2016).

Neni *et al.* (2009) dan Martins *et al.* (2015) berpendapat bahwa tetua betina yang efektif adalah tetua yang mampu menghasilkan buah dengan jumlah lebih banyak. Pada kategori tetua betina, rerata keberhasilan persilangan tertinggi berturut-turut dihasilkan oleh tetua TB1.10.2.27 dan CJ19, disusul CM334, PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24. Sejalan dengan pendapat tersebut, maka tetua rentan TB1.10.2.27 dan CJ19 adalah tetua betina paling efektif karena menghasilkan buah lebih banyak. Hal ini terjadi karena tetua rentan memiliki respon stigma yang lebih baik sehingga lebih optimal dalam pembentukan buah (Ofosu-Anim *et al.*, 2006; Brown, 2007). Hasil ini juga mengindikasikan bahwa tetua rentan merupakan kandidat tetua betina yang efektif.

Pemilihan tetua betina juga harus diikuti dengan penentuan tetua jantan yang efektif (Kirana *et al.*, 2014). Tetua jantan harus memiliki kompatibilitas tinggi sehingga mampu membuahi tetua betina (Pickersgill, 1993). Kriteria tetua jantan yang efektif diasumsikan sebagai tetua yang mampu membuahi betina dan menghasilkan biji dalam jumlah yang banyak. Pada kategori tetua jantan, rerata

jumlah biji per kombinasi persilangan tertinggi dihasilkan oleh tetua PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24, disusul oleh TB1.10.2.27, CJ19 dan CM334. Oleh karena itu, tetua tahan PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24 adalah tetua jantan paling efektif untuk pemuliaan ketahanan. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak semua tetua tahan bisa menjadi tetua jantan yang efektif karena CM334 adalah tetua dengan jumlah biji dan keberhasilan persilangan terendah.

Rendahnya keberhasilan persilangan tetua jantan CM334 diduga disebabkan oleh viabilitas polen yang rendah (Pickersgill, 1993). Viabilitas polen merupakan cerminan dari respon reproduksi tanaman. Respon reproduksi yang rendah dipengaruhi oleh tingginya kebugaran (*fitness cost*) tanaman terhadap suatu jenis penyakit (Burdon dan Thrall, 2003). Kebugaran yang tinggi merupakan hasil dari ekspresi gen-gen ketahanan yang tinggi. Ekspresi gen ketahanan yang tinggi mengakibatkan tanaman mengurangi ekspresi gen untuk fungsi reproduksi seperti viabilitas polen (Simms dan Triplett, 1994, Richins *et al.*, 2010).

4.2.1.2. Kombinasi persilangan yang paling efektif

Kombinasi persilangan tetua betina TB1.10.2.27 dan CJ19 dengan tetua jantan PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24 menghasilkan empat kombinasi persilangan yang efektif. Kombinasi persilangan tersebut menghasilkan berat biji per kombinasi persilangan dan keberhasilan persilangan tertinggi. Kombinasi persilangan tersebut menunjukkan bahwa nilai berat biji lebih dipengaruhi oleh tetua jantan, sedangkan keberhasilan persilangan lebih dipengaruhi oleh tetua betina (Brown, 2007; Kirana *et al.*, 2014).

Tetua jantan mempengaruhi nilai berat biji tanaman karena mampu menghasilkan polen viabel dalam jumlah yang lebih banyak. Sehingga, tetua tersebut akan memiliki peluang lebih tinggi untuk membuahi lebih banyak ovul dari tetua betina dan menghasilkan biji dengan jumlah lebih banyak (Shivanna *et al.*, 1991). Sedangkan, tetua betina mempengaruhi keberhasilan persilangan karena responsivitas tetua betina berpengaruh terhadap peluang untuk menghasilkan buah. Satu polen viabel saja sudah cukup untuk menginduksi perkembangan badan buah cabai, sehingga responsivitas kepala putik atau ovul untuk menerima polen atau gamet jantan lebih berpengaruh terhadap tingkat keberhasilan persilangan (Ofosu-Anim *et al.*, 2006).

Berdasarkan pertimbangan asumsi tersebut, persilangan yang memiliki potensi hasil buah (keberhasilan persilangan) dan hasil biji (berat biji) tertinggi adalah kombinasi TB1.10.2.27 \times PR10.3.4.24 dan TB1.10.2.27 \times PR10.3.3.6. Namun, perbaikan ketahanan dari F1 dan F1 resiprokal kombinasi persilangan tersebut perlu dipertimbangkan.

4.2.2. Status ketahanan terhadap busuk batang Phytophthora

4.2.2.1. Status ketahanan tetua

Hasil skrining ketahanan terhadap *P. capsici* menunjukkan bahwa CM334 termasuk kriteria rentan, PR10.3.3.6 termasuk kriteria agak tahan, dan PR10.3.4.24 termasuk dalam kriteria sangat tahan. Hal ini menunjukkan bahwa CM334 lebih rentan dari PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24. Hasil tersebut bertentangan dengan hasil penelitian terdahulu yang melaporkan bahwa CM334 merupakan sumber ketahanan yang paling efektif dan mempunyai kriteria sangat tahan terhadap busuk batang Phytophthora (Ortega dan Zueco, 1991; Thabuis *et al.*, 2004; Candole dan Conner, 2010; Xu *et al.*, 2016). Sedangkan Hwang *et al.*, (1996) melaporkan bahwa PI201238 yang merupakan galur asal dari PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24 mempunyai kriteria tahan terhadap busuk batang Phytophthora.

Bartual *et al.*, 1993 dan Reifschneider *et al.*, 1992 menyatakan bahwa salah satu penyebab perbedaan kriteria ketahanan dari CM334 adalah perbedaan isolat *P. capsici* yang digunakan. Setiap jenis isolat memiliki tingkat virulensi yang berbeda. Tingkat virulensi isolat *P. capsici* sangat beragam dan berbeda disetiap geografis. Isolat *P. capsici* dari daerah tropis cenderung lebih tinggi virulensinya dibandingkan isolat dari daerah subtropis (Bowers *et al.*, 2007). Selain itu, Dunn *et al.* (2014) juga menegaskan bahwa sampai saat ini belum ada kultivar cabai yang benar-benar tahan terhadap busuk batang Phytophthora.

Apabila CM334 tidak menunjukkan tingkat ketahanan yang tinggi, maka tetua tahan lainnya perlu dipertimbangkan sebagai sumber ketahanan. Hal ini dikarenakan introgresi ketahanan yang baik harus menggunakan tetua yang memiliki tingkat ketahanan yang tinggi. Dalam penelitian ini, PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24 memiliki kriteria ketahanan yang tinggi terhadap *P. capsici*. Secara khusus, PR10.3.4.24 memiliki tingkat ketahanan absolut dan merupakan kandidat sumber ketahanan terhadap *P. capsici* yang terbaik dalam penelitian ini.

4.2.2.2. Status kerentanan tetua

Introgresi ketahanan harus memperhatikan tingkat kerentanan dari tetua rentan. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi kepekaan tetua rentan yang digunakan berarti semakin banyak pula gen yang dibutuhkan dari tetua tahan untuk merakit kultivar tahan (Walker and Bosland, 1999). Tetua TB1.10.2.27 maupun CJ19 memiliki kriteria ketahanan yang sama yaitu sangat rentan. Hal ini menunjukkan bahwa kedua tetua tersebut membutuhkan donor ketahanan dengan tingkat ketahanan lebih tinggi karena memiliki kerentanan yang sangat tinggi terhadap *P. capsici*. (Susilo dan Sari, 2011).

Namun, kedua tetua tersebut menunjukkan tingkat keparahan penyakit yang berbeda. Nilai keparahan penyakit CJ19 lebih tinggi dari TB1.10.2.27 sehingga CJ19 lebih rentan dari TB1.10.2.27. Apabila kecepatan introgresi ketahanan menjadi bahan pertimbangan utama, maka TB1.10.2.27 lebih sesuai untuk digunakan sebagai *recurrent parent* atau tetua berulang karena tingkat kerentanannya tidak setinggi CJ19.

4.2.2.3. Status ketahanan F1

Persilangan antara tetua tahan CM334, PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24 dengan tetua rentan TB1.10.2.27 mampu meningkatkan kriteria ketahanan pada generasi F1 dan F1 resiprokalnya. Namun, persilangan dari ketiga tetua tahan tersebut dengan tetua rentan CJ19 tidak mampu meningkatkan kriteria ketahanan pada generasi F1 dan F1 resiprokalnya. Hal ini membuktikan adanya pengaruh tingkat kerentanan salah satu tetua terhadap kecepatan introgresi ketahanan. Semakin tinggi tingkat kerentanan dari suatu tetua, maka dibutuhkan lebih banyak generasi silang balik untuk melakukan introgresi ketahanan terhadap tetua tersebut (Wolf and Wade, 2009). Selain itu, kecepatan introgresi ketahanan menghasilkan penurunan nilai keparahan penyakit pada F1 dan F1 resiprokalnya (Kim *et al.*, 2010; Reeves *et al.*, 2013).

Penurunan nilai keparahan penyakit ini menunjukkan bahwa introgresi ketahanan telah berlangsung mulai dari generasi F1-nya (Bosland dan Lindsey, 1991; Xu *et al.*, 2016). Fakta ini membuktikan bahwa tetua tahan memiliki kontribusi dalam penghambatan penetrasi patogen dalam jaringan tanaman. Hal tersebut mengakibatkan lambatnya kemunculan gejala serangan serta penundaan

waktu kematian tanaman (Bosland dan Lindsey, 1991; Reifschneider *et al.*, 1992; Koç dan Ustun, 2012).

Kecepatan introgresi dan penurunan nilai keparahan penyakit terbaik dari F1 dan F1 resiprokal ditunjukkan oleh $F1_{(PR10.3.3.6 \times TB1.10.2.27)}$, $F1_{(PR10.3.4.24 \times TB1.10.2.27)}$ dan $F1_{(TB1.10.2.27 \times PR10.3.4.24)}$. Hal ini menunjukkan bahwa persilangan antara tetua rentan TB1.10.2.27 dengan tetua tahan PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24 adalah pola introgresi paling efektif karena bisa meningkatkan ketahanan generasi F1 secara signifikan. Secara khusus, $F1_{(TB1.10.2.27 \times PR10.3.4.24)}$ adalah kombinasi persilangan dan pola intrograsi yang efektif karena memiliki potensi keberhasilan persilangan dan berat biji paling tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa $F1_{(TB1.10.2.27 \times PR10.3.4.24)}$ dianggap paling baik dari sisi keunggulan sifat agronomis maupun dari sisi potensi peningkatan ketahanan (Pickersgill, 1997; Candole *et al.*, 2012). Hal ini sejalan dengan pendapat (Oelke *et al.*, 2003) bahwa galur ataupun kultivar tahan *P. capsici* yang akan dirakit harus memiliki ketahanan yang tinggi serta sifat agronomis yang menguntungkan petani.

4.2.3. Pengaruh tetua betina

Pendugaan pengaruh tetua betina dilakukan untuk melihat perbedaan pola ekspresi ketahanan dari generasi F1 dan F1 resiprokalnya (Wolf and Wade, 2009). Apabila pengaruh tetua betina tidak ditemukan, maka pola introgresi terbaik dapat menggunakan salah satu diantara F1 atau F1 resiprokalnya.

F1 dan F1 resiprokal dari persilangan tetua rentan TB1.10.2.27 dengan tetua tahan PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24 menunjukkan pola ekspresi yang berbeda. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat pengaruh tetua betina antara $F1_{(PR10.3.3.6 \times TB1.10.2.27)}$ dan $F1_{(TB1.10.2.27 \times PR10.3.3.6)}$. Pola introgresi ketahanan terbaik dari kedua F1 tersebut adalah pola persilangan menggunakan tetua tahan PR10.3.3.6 sebagai tetua betina. Sementara, telah diketahui bahwa apabila PR10.3.3.6 digunakan sebagai tetua betina, potensi keberhasilan persilangan dan berat biji yang dihasilkan akan sangat rendah. Maka, pola introgresi ini tidak dapat dipilih karena ketidakefektifan persilangannya.

Sedangkan, $F1_{(PR10.3.4.24 \times TB1.10.2.27)}$ dan $F1_{(TB1.10.2.27 \times PR10.3.4.24)}$ menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh tetua betina. Salah satu kombinasi persilangan dari kedua pola tersebut memenuhi potensi efektivitas persilangan dan potensi

efektivitas introgresi ketahanannya. Apabila didasarkan pada kriteria tersebut, maka persilangan antara tetua rentan TB1.10.2.27, sebagai tetua betina, dengan tetua tahan PR10.3.4.24, sebagai tetua jantan, lebih layak untuk dipilih.

Adanya atau tidaknya pengaruh tetua betina dapat mempengaruhi pemilihan genotip sebagai tetua betina maupun tetua jantan. Apabila terdapat pengaruh tetua betina pada karakter ketahanan tetua tahan makan tetua tahan harus digunakan sebagai tetua betina dan tidak dapat digunakan sebagai tetua jantan karena karakter ketahanan tersebut tidak dapat diwariskan pada keturunannya. (Silfianah *et al.*, 2012)

4.2.4. Pendugaan heterosis dan heterobeltiosis

Karakter yang digunakan dalam pendugaan heterosis dan heterobeltiosis ini adalah nilai keparahan penyakit. Nilai heterosis yang diharapkan adalah nilai yang negatif karena semakin kecil nilai keparahan penyakit, maka akan semakin tahan genotip tersebut terhadap *P. capsici* (Irawati dan Sujiprihati, 2012).

Pada kategori tetua tahan sebagai tetua betina, nilai heterosis negatif yang tinggi ditemukan pada $F1_{(PR10.3.3.6 \times TB1.10.2.27)}$ dan $F1_{(PR10.3.4.24 \times TB1.10.2.27)}$. Sementara, pada kategori tetua rentan sebagai tetua betina, nilai heterosis negatif tertinggi ditunjukkan oleh $F1_{(TB1.10.2.27 \times PR10.3.4.24)}$. Apabila efektivitas persilangan menjadi pertimbangan, maka persilangan antara TB1.10.2.27, sebagai tetua betina, dengan PR10.3.4.24, sebagai tetua jantan, akan menjadi pilihan yang lebih baik.

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, yaitu sebagai berikut :

1. Strategi pemuliaan ketahanan tanaman cabai terhadap penyakit busuk batang *Phytophthora* adalah dengan menggunakan tetua rentan TB1.10.2.27 sebagai tetua betina dan tetua tahan PR10.3.4.24 sebagai tetua jantan karena mampu memperoleh biji dan buah dengan jumlah banyak, tidak memiliki pengaruh tetua betina dan mempunyai sifat heterosis terhadap ketahanan penyakit busuk batang *Phytophthora*.
2. Persilangan antara tetua rentan TB1.10.2.27 dan tetua tahan CM334 bukan persilangan efektif. Persilangan antara tetua rentan TB1.10.2.27 sebagai betina dan tetua tahan PR10.3.4.24 sebagai jantan adalah persilangan paling efektif.
3. Tetua tahan CM334 bukan merupakan tetua efektif. Tetua tahan PR10.3.4.24 adalah tetua yang paling efektif untuk digunakan dalam introgresi ketahanan tanaman cabai terhadap busuk batang *Phytophthora*.
4. Tetua rentan CJ19 adalah tetua yang memiliki kerentanan yang tinggi atau paling peka terhadap busuk batang *Phytophthora*.

5.2. Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan tentang pola pewarisan ketahanan cabai terhadap *P. capsici* untuk mengidentifikasi gen pengendali ketahanan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Akgül, D.S., and M. Mirik. 2008. Biocontrol of *Phytophthora capsici* on pepper plants by *Bacillus megaterium* strains. J. Plant Pathol. 90(1): 29–34.
- Ameriana, M. 2008. Perilaku Petani Sayuran dalam Penggunaan Pestisida Kimia. J. Hort 18(1): 95–106.
- Arif, A.B., S. Sujiprihati, and M. Syukur. 2012. Pendugaan Heterosis dan Heterobeltiosis pada Enam Genotip Cabai Menggunakan Analisis Silang Dialel Penuh. 22(2): 103–110.
- Arterburn, M.A., S.S. Jones, and K.K. Kidwell. 2010. Plant breeding and genetics. p. 184–193. In Verheye, W.H. (ed.), Soils, Plant Growth and Crop Production. EOLSS Publications.
- AVRDC - The World Vegetable Center. 2013. Education year in review 2012. AVRDC Publ.: 186.
- Babadoost, M., and T.A. Zitter. 2009. Fruit Rots of Pumpkin: A Serious Threat to the Pumpkin Industry. Plant Dis. 93(8): 772–782.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura. 2016. Produksi , Luas Panen dan Produktivitas Sayuran di Indonesia Produktivitas (Ton/ Ha). Available at www.pertanian.go.id/Indikator/tabel-2-prod-lspn-prodvitas-horti.pdf.
- Bartual, R., A. Lacasa, J.I. Marsal, and J.C. Tello. 1993. Epistasis in the Resistance of Pepper to Phytophthora Stem Blight (*Phytophthora-Capsici* L) and Its Significance in the Prediction of Double Cross Performances. Euphytica 1993 72: 149–152.
- Bosland, P.W., and D.L. Lindsey. 1991. A seedling screen for Phytophthora Root Rot of pepper, *Capsicum annuum*. Plant Dis. 75(10): 1048–1050.
- Bosland, P.W., and S. Walker. 2014. Growing Chiles in New Mexico. New Mex. State University Coop. Ext. Service Guid. H-230: 1–8.
- Bowers, J.H., F.N. Martin, P.W. Tooley, and E.D.M.N. Luz. 2007. Genetic and morphological diversity of temperate and tropical isolates of *Phytophthora capsici*. Phytopathology 97(4): 492–503.
- Brown, J.K.M. 2007. Fitness costs of plant disease resistance. p. 1–11. In Wiley (ed.), Encyclopedia of Life Sciences. Revised. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK.
- Burdon, J.J., and P.H. Thrall. 2003. The fitness costs to plants of resistance to pathogens. Genome Biol. 4(9): 227.1-227.4.
- Candole, B.L., P.J. Conner, and P. Ji. 2010. Screening *Capsicum annuum* accessions for resistance to six isolates of *Phytophthora capsici*. HortScience 45(2): 254–259.
- Candole, B.L., P.J. Conner, and P. Ji. 2012. Evaluation of phytophthora root rot-resistant *Capsicum annuum* accessions for resistance to phytophthora foliar blight and phytophthora stem blight. Agric. Sci. 3(5): 732–737.
- Crowders, L.V. 1986. Genetika Tumbuhan (Lilik Kusdiarto, Ed.). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Djarwaningsih, T. 2005. *Capsicum* spp. (Chilli): origin, distribution, and its

- economical value. *Biodiversitas* 6(4): 292–296.
- Dunn, A.R., H.W. Lange, and C.D. Smart. 2014. Evaluation of commercial bell pepper cultivars for resistance to *Phytophthora* Blight (*Phytophthora capsici*). *Plant Heal. Prog.* 15(1): 19–24.
- Francis, J.K. 2004. *Wildland Shrubs of the United States and its Territories: Thamnic Descriptions*. U. S. Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry and Fort Collins.
- Fry, W.E. 1978. Quantification of general resistance of potato cultivars and fungicide effects for integrated control of potato late blight. *Phytopathology* 68(November): 1650–1655.
- Hallauer, A.R., M.J. Carena, and J.B. Miranda Filho. 2010. *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Springer New York, New York, NY.
- Handayani, T. 2008. Pengujian pengaruh tetua betina terhadap sifat toleransi pada naungan kedelai [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Caraka Tani* 23(1): 18–24.
- Harrison, R.G., and E.L. Larson. 2014. Hybridization, introgression, and the nature of species boundaries. *J. Hered.* 105(S1): 795–809.
- Hausbeck, M.K., and K.H. Lamour. 2004. *Phytophthora capsici* on vegetable crops: research progress and management challenges. *Plant Dis.* 88(12): 1292–1303.
- Heiser, C.B., and P.G. Smith. 1953. The cultivated capsicum peppers. *Econ. Bot.* 7(3): 214–227.
- Hwang, B.K., Y.J. Kim, and C.H. Kim. 1996. Differential interactions of *Phytophthora capsici* isolates with pepper genotypes at various plant growth stages. *Eur. J. Plant Pathol.* 102(4): 311–316.
- Irawati, Y., S. Sujiprihati, and Widodo. 2012. Pendugaan nilai daya gabung dan heterosis ketahanan tanaman cabai (*Capsicum annuum*) terhadap antraknosa. *Widyariset* 15(3): 683–690.
- Irfan-Ud-Din, F. Raziq, and S. Hussain. 2013. Pathogenicity and loss assessment of *Phytophthora capsici* Leonian isolates in pepper crop under greenhouse conditions. *Sarhad J. Agric* 29(2): 205–211.
- Kim, Y.J., B.K. Hwang, and K.W. Park. 1989. Expression of age-related resistance in pepper plants infected with *Phytophthora capsici*. *Plant Dis.* 73(9): 745–747.
- Kim, J.-S., W.-I. Kim, H.-J. Jee, J.-G. Gwang, C.-K. Kim, and C.-K. Shim. 2010. Evaluation of Resistance in Hot Pepper Germplasm to *Phytophthora* Blight on Biological Assay. *Korean J. Hortic. Sci. Technol.* 28(5): 802–809.
- Kirana, R., K. Kusmana, A. Hasyim, and R. Sutarya. 2014. Persilangan cabai merah tahan penyakit antraknosa (*Colletotrichum acutatum*). *J. Hort.*: 189–195.
- Koç, E., and A.S. Üstün. 2012. Influence of *Phytophthora capsici* L. inoculation on disease severity, necrosis length, peroxidase and catalase activity, and phenolic content of resistant and susceptible pepper (*Capsicum annuum* L.) plants. *Turk J. Biol* 36: 357–371.
- Majid, M.U., M.F. Awan, K. Fatima, M.S. Tahir, Q. Ali, B. Rashid, A.Q. Rao, I.A. Nasir, and T. Husnain. 2016. *Phytophthora capsici* on Chilli Pepper

- (*Capsicum annuum* L.) and Its Management Through Genetic and Bio-Control: A Review. *Zemdirbyste-Agriculture* 103(4): 419–430.
- Martins, K.C., T.N.S. Pereira, S.A.M. Souza, R. Rodrigues, and A.T. do Amaral Junior. 2015. Crossability and evaluation of incompatibility barriers in crosses between *Capsicum* species. *Crop Breed. Appl. Biotechnol.* 15(3): 139–145.
- Maryam, A.H. 2017. Estimation of heterosis for yield and resistance to downy mildew (*Sclerospora graminicola*) infestation in pearl millet varieties (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). *World Sci. News* 90(December): 257–264.
- Milind, P., and K. Sushila. 2012. A hot way leading to healthy stay. *Int. Res. J. Pharm.* 3(6): 21–25.
- Neni, R., S. Ridwan, Hersanti, and K. Yenny. 2009. Perakitan Cabai Merah. Pdf. Ringkasan Eksek. Hasil-Hasil Penelit. Tahun 2009: 71–74.
- Oelke, L.M., P.W. Bosland, and R. Steiner. 2003. Differentiation of Race Specific Resistance to *Phytophthora* Root Rot and Foliar Blight in *Capsicum annuum*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 128(2): 213–218.
- Ofori-Anim, J., S.K. Offei, and S. Yamaki. 2006. Pistil receptivity, pollen tube growth and gene expression during early fruit development in sweet pepper (*Capsicum annuum*). *Intern. J. Agric. Biol.* 8(5): 576–579.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. 2006. Consensus Document on The Biology of the *Capsicum annuum* Complex (Chili Peppers, Hot Peppers and Sweet Peppers). *ENV/JM/MONO* 2(10): 1–48.
- Ortega, R.G.I.L., and J.C. Zueco. 1991. Genetics of Resistance to *Phytophthora capsici* in the Pepper Line * SCM-334 '. *Plant Breed.* 107: 50–55.
- Pickersgill, B. 1993. Interspecific hybridization by sexual means. p. 63–78. In Hayward, M.D., Bosemark, N.O., Romagosa, I. (eds.), *Plant Breeding*. Springer Netherlands, Dordrecht.
- Pickersgill, B. 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. *Euphytica* 96(1): 129–133.
- Pickersgill, B. 2007. Domestication of plants in the Americas: insights from endelian and molecular genetics. *Ann. Bot.* 100(5): 925–940.
- Putra, D.P., S.S. M, and E. Swasti. 2016. Pollination in chili pepper (*Capsicum annuum* L.) by *Trigona laeviceps* and *T. minangkabau*. *J. Entomol. Zool. Stud.* 4(4): 191–194.
- Reeves, G., A.M. Barbosa, and P.W. Bosland. 2013. A Novel *Capsicum* Gene Inhibits Host-Specific Disease Resistance to *Phytophthora capsici*. *Phytopathology* 103(5): 472–478.
- Reifschneider, F.J.B., L.S. Boiteux, P.T. Della Vecchia, J.M. Poulos, and N. Kuroda. 1992. Inheritance of adult-plant resistance to *Phytophthora capsici* in pepper. *Euphytica* 62(1): 45–49.
- Ribeiro, C.S., and P.W. Bosland. 2012. Physiological race characterization of *Phytophthora capsici* isolates from several host plant species in Brazil using New Mexico recombinant inbred lines of *Capsicum annuum* at two inoculum levels. *J. Amec. Soc. Hort. Sci.* 137(6): 421–426.

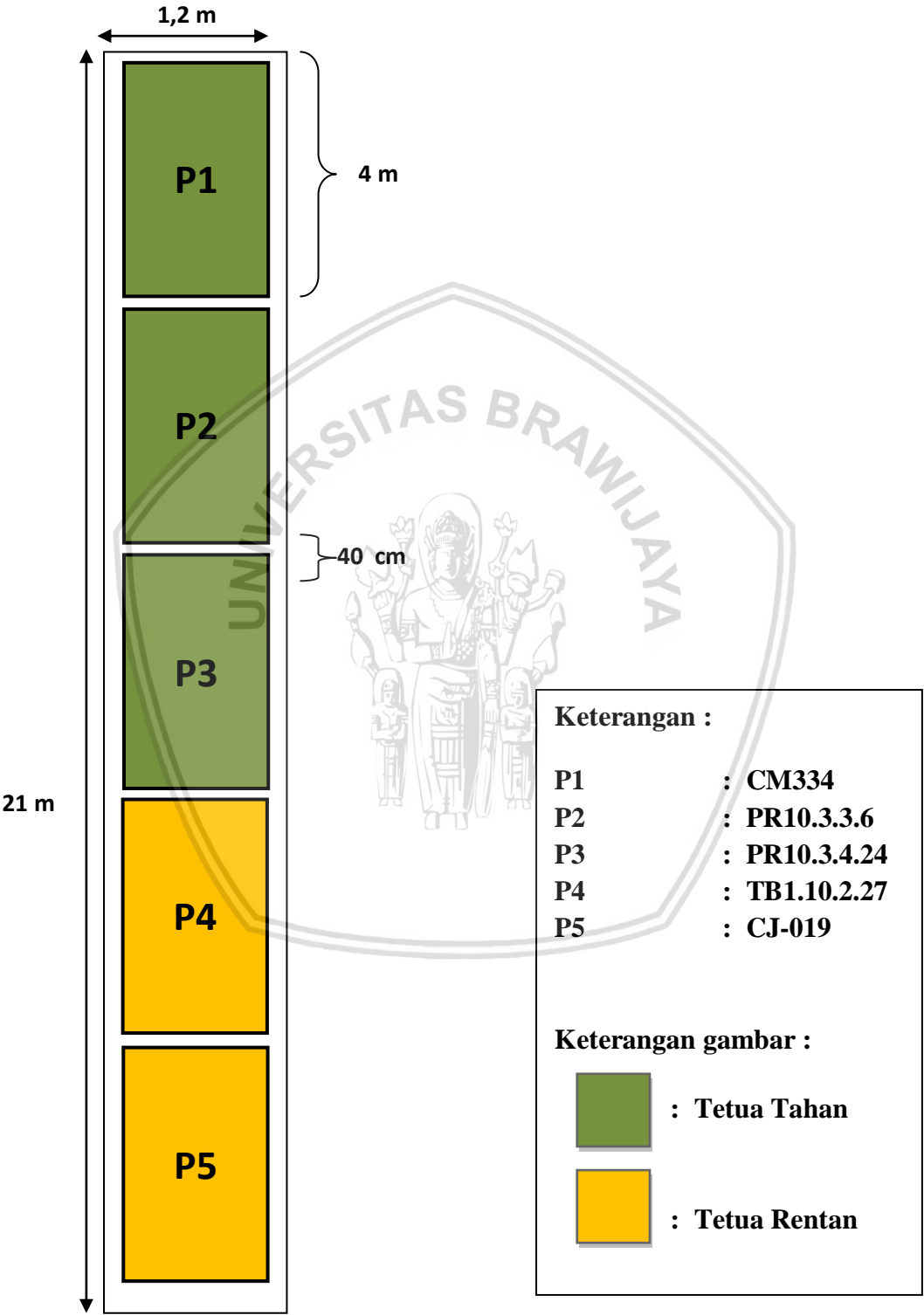
- Richins, R.D., S. Micheletto, and M.A. O'Connell. 2010. Gene expression profiles unique to chile (*Capsicum annuum* L.) resistant to Phytophthora root rot. *Plant Sci.* 178(2): 192–201.
- Ristaino, J.B., and S.A. Johnston. 1999. Ecologically based approaches to management of Phytophthora Blight on bell pepper. *Plant Dis.* 83(12): 1080–1089.
- Robinson, R.A. 1968. The Concept Of Vertical and Horizontal Resistance as Illustrated by Bacterial Wilt Of Potatoes. *Phytopathol. Pap.* (10).
- Robinson, R.A. 2007. Return To Resistance : Breeding Crops To Reduce Pesticide Dependence. Third. Library and Archives Canada Cataloguing in Publication.
- Saptana, N.K. Agustin, and A.M. Ar-rozi. 2008. Kinerja Produksi Dan Harga Komoditas Cabai Merah. *Pse.Litbang.Pertanian.Go.Id* (5): 1–10.
- Shaner, G., and R.E. Finney. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology* 77(8): 1051–1056.
- Shivanna, K.R., H.F. Linskens, and M. Cresti. 1991. Pollen viability and pollen vigor. *Theor. Appl. Genet.* 81(1): 38–42.
- Silfianah, H., Z. Millah, and R.F. Yenny. 2012. Pengaruh Tetua Betina Pada Pewarisan Ketahanan Cabai Terhadap Chili Veinal Mottle Virus Dalam Populasi Persilangan PBC495XPBC275. *J. Ilmu Pertan. dan Perikan.* 1(1): 43–47.
- Simms, E.L., and J. Triplett. 1994. Costs and benefits of plant responses to disease: resistance and tolerance. *Evolution* (N. Y). 48(6): 1973–1985.
- Singh, R.K., and B.D. Chaudhary. 1977. *Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis*. Kalyani Publisher, New Dehli.
- Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1960. *Principles and Procedures of Statistics*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Susilo, A.W., and I.A. Sari. 2011. Respons ketahanan beberapa hibrida kakao (*Theobroma cacao* L .) terhadap serangan penyakit pembuluh kayu (Vascular-streak Dieback). *Pelita Perkeb.* 27(90): 77–87.
- Thabuis, A., A. Palloix, B. Servin, A.M. Daubèze, P. Signoret, F. Hospital, and V. Lefebvre. 2004. Marker-assisted introgression of 4 *Phytophthora capsici* resistance QTL alleles into a bell pepper line: validation of additive and epistatic effects. *Mol. Breed.* 14(1): 9–20.
- Truong, H.T.H., J.H. Kim, M.C. Cho, S.Y. Chae, and H.E. Lee. 2013. Identification and development of molecular markers linked to *Phytophthora* root rot resistance in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Eur. J. Plant Pathol.* 135(2): 289–297.
- Walker, S.J., and P.. Bosland. 1999. Inheritance of phytophthora root rot and foliar blight resistance in pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124(1): 14–18.
- Wang, P., X. Liu, J. Guo, C. Liu, N. Fu, and H. Shen. 2015. Identification and expression analysis of candidate genes associated with defense responses to *Phytophthora capsici* in pepper line “PI 201234.” *Int. J. Mol. Sci.* 16: 11417–11438.

- Wolf, J.B., and M.J. Wade. 2009. What are maternal effects (and what are they not)? *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 364(1520): 1107–1115.
- Xu, X., J. Chao, X. Cheng, R. Wang, B. Sun, H. Wang, S. Luo, X. Xu, T. Wu, and Y. Li. 2016. Mapping of a novel race specific resistance gene to phytophthora root rot of pepper (*Capsicum annuum*) using bulked segregant analysis combined with specific length amplified fragment sequencing strategy. *PLoS One* 11(3): 1–13.
- Yuantari, M.G.C., B. Widiarnako, and H.R. Sunoko. 2013. Tingkat pengetahuan petani dalam menggunakan pestisida (studi kasus di Desa Curut Kecamatan Penawangan Kabupaten Grobogan). p. 142–148. *In* Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan 2013.
- Yunianti, R., S. Sastosumarjo, S. Sujiprihati, M. Surahman, and S.H. Hidayat. 2007. Ketahanan 22 genotipe cabai (*Capsicum* spp.) terhadap *Phytophthora capsici* Leonian dan Keragaman Genetiknya. *Bul. Agron.* 35(2): 103–111.

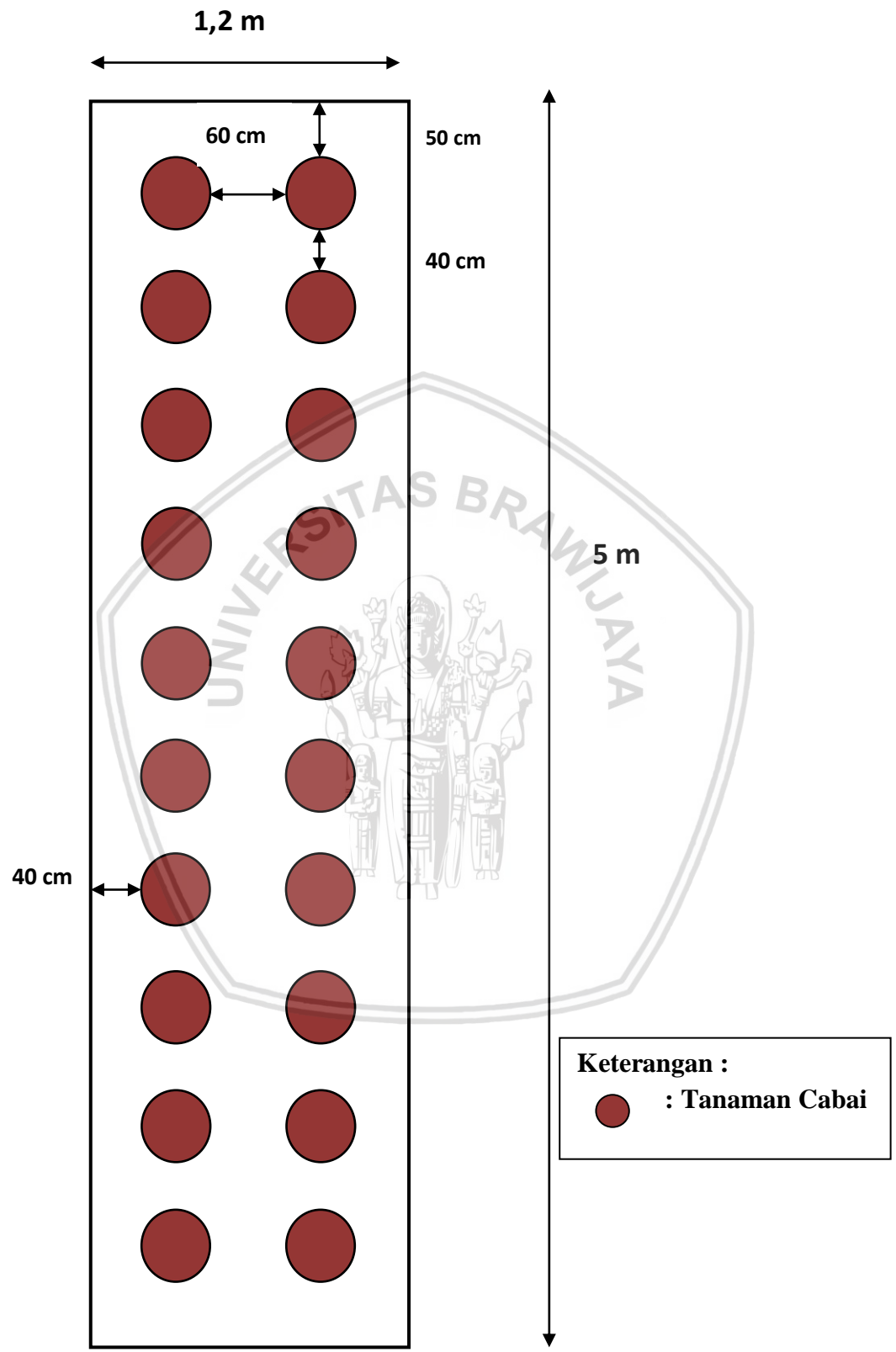


LAMPIRAN

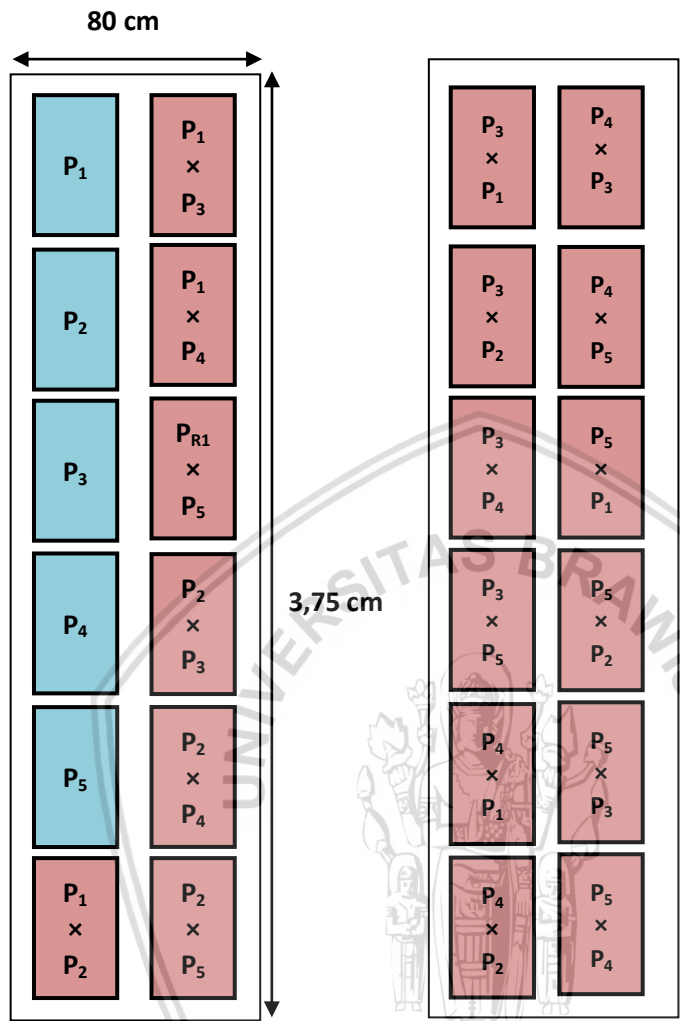
Lampiran 1. Denah Petak Penelitian





Lampiran 2. Denah Jumlah Tanaman Per Petak

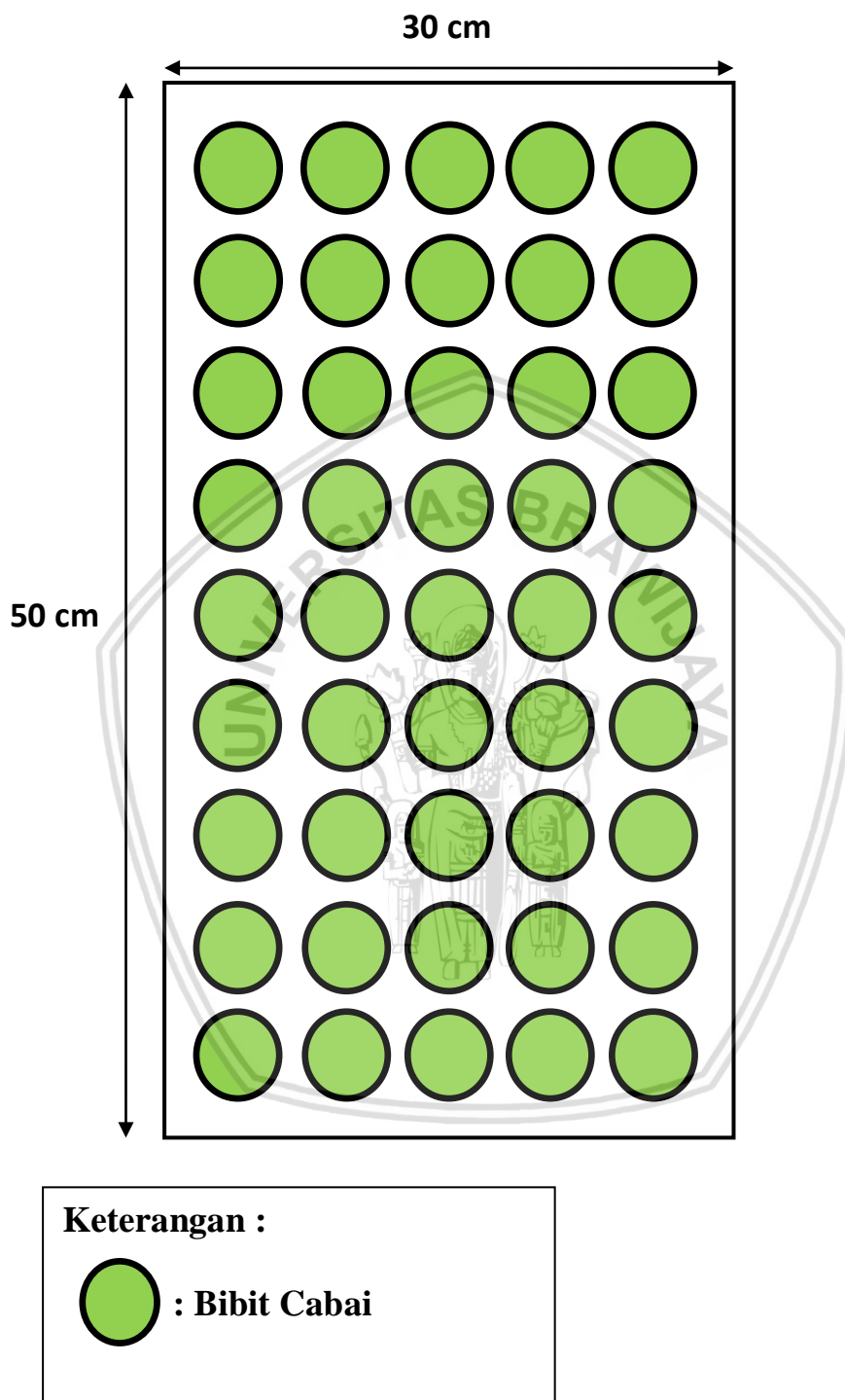


Lampiran 3. Denah Petak Skrining Ketahanan



Keterangan :		Keterangan gambar :	
P1	: CM 334		: Generasi F1
P2	: PR10.3.3.6		: Tetua Persilangan
P3	: PR10.3.4.24		
P4	: TB1.10.2.27		
P5	: CJ-019		

Lampiran 4 . Denah Jumlah Tanaman pada Petak Skrining Ketahanan



Lampiran 5. Karakter Agronomis Tetua Persilangan.

Tabel 1. Rerata umur mulai berbunga setiap tetua

Aksesi	Rerata (hari setelah tanam)
C34	43,4
PR1	33,4
PR2	43,9
TB1	53,3
C19	40,8

Keterangan: C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, TB1 = TB1.10.2.27, C19 = CJ19

Tabel 2. Rerata jumlah bunga per tanaman setiap aksesi yang diuji

Aksesi	Rerata (Hari Setelah Tanam)
C34	25,3
PR1	62,7
PR2	63,2
TB1	83,1
C19	40,6

Keterangan: C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, TB1 = TB1.10.2.27, C19 = CJ19

Tabel 3. Rerata umur mulai panen setiap aksesi yang diuji

Aksesi	Rerata (Hari Setelah Tanam)
C34	130,0
PR1	110,8
PR2	125,4
TB1	123,3
C19	108,2

Keterangan: C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, TB1 = TB1.10.2.27, C19 = CJ19

Tabel 4. Rerata umur masak buah setiap aksesi yang diuji

Aksesi	Rerata (Hari Setelah Mekar)
C34	86,6
PR1	77,4
PR2	81,5
TB1	70,0
C19	67,4

Keterangan: C34 = CM334, PR1 = PR10.3.3.6, PR2 = PR10.3.4.24, TB1 = TB1.10.2.27, C19 = CJ19

Lampiran 6. Hasil Persilangan dan Skrining Ketahanan Penyakit Busuk Batang Phytophthora

Generasi Kombinasi Persilangan	Jumlah benih	Berat Benih (g)
F1 (CM334 × TB1.10.2.27)	106	0,310
F1 (CM334 × CJ19)	60	0,160
F1 (PR10.3.3.6 × TB1.10.2.27)	251	0,600
F1 (PR10.3.3.6 × CJ19)	98	0,210
F1 (PR10.3.4.24 × TB1.10.2.27)	64	0,157
F1 (PR10.3.4.24 × CJ19)	59	0,133
F1 (TB1.10.2.27 × CM334)	144	0,103
F1 (TB1.10.2.27 × PR10.3.3.6)	1241	2,953
F1 (TB1.10.2.27 × PR10.3.4.24)	906	1,967
F1 (CJ19 × CM334)	46	0,143
F1 (CJ19 × PR10.3.3.6)	1206	2,790
F1 (CJ19 × PR10.3.4.24)	620	1,440

Generasi	Total Bibit	Jumlah Bibit		Rerata	Standar Deviasi	Varian
		Hidup	Mati			
CM334 (Tetua Tahan)	29	10	19	0,759	1,123	1,261
PR10.3.3.6 (Tetua Tahan)	37	32	5	0,270	0,652	0,425
PR10.3.4.24 (Tetua Tahan)	38	38	0	0,000	0,000	0,000
TB1.10.2.27 (Tetua Rentan)	36	1	35	3,472	1,612	2,599
CJ19 (Tetua Rentan)	40	0	40	3,850	1,369	1,874
F1 (CM334 × TB1.10.2.27)	29	12	17	1,724	2,266	5,135
F1 (CM334 × CJ19)	34	27	7	3,265	1,880	3,534
F1 (PR10.3.3.6 × TB1.10.2.27)	76	58	18	0,658	1,312	1,721
F1 (PR10.3.3.6 × CJ19)	87	10	77	3,092	1,428	2,038
F1 (PR10.3.4.24 × TB1.10.2.27)	40	31	9	0,857	1,682	2,830
F1 (PR10.3.4.24 × CJ19)	40	8	32	3,125	1,800	3,240
F1 (TB1.10.2.27 × CM334)	79	45	34	1,684	2,158	4,655
F1 (TB1.10.2.27 × PR10.3.3.6)	76	47	29	1,382	1,918	3,679
F1 (TB1.10.2.27 × PR10.3.4.24)	77	55	22	0,909	1,558	2,426
F1 (CJ19 × CM334)	31	1	30	4,355	1,082	1,170
F1 (CJ19 × PR10.3.3.6)	74	0	74	4,419	0,794	0,630
F1 (CJ19 × PR10.3.4.24)	80	2	78	3,988	1,131	1,278

Lampiran 7. Foto Buah



Foto Buah Aksesori Tetua Tahan



Foto Buah Aksesori Tetua Rentan

Lampiran 8. Foto Tetua Tahan *P.capsici*



Tanaman CM334



Tanaman PR10.3.3.6 dan PR10.3.4.24

Lampiran 9. Foto Tetua Rentan *P. capsici*



Tanaman TB1.10.2.27 dan CJ19



Lampiran 10. Foto Tanaman Sebelum dan Sesudah Inokulasi *P. capsici*



Tanaman CM334 Sebelum dan Sesudah di Inokulasi *P. capsici*



Tanaman PR10.3.3.6 Sebelum dan Sesudah di Inokulasi *P. capsici*



Tanaman PR10.3.4.24 Sebelum dan Sesudah di Inokulasi *P. capsici*

Lampiran 11. Foto Tanaman Sebelum dan Sesudah Inokulasi *P. capsici*



Tanaman TB1.10.2.27 Sebelum dan Sesudah di Inokulasi *P. capsici*



Tanaman CJ19 Sebelum dan Sesudah di Inokulasi *P. capsici*



Tanaman F1_(CM334×TB1.10.2.27) Sebelum dan Sesudah di Inokulasi *P. capsici*

Lampiran 12. Foto Tanaman Sebelum dan Sesudah Inokulasi *P. capsici*



Tanaman F1(CM334×CJ19) Sebelum dan Sesudah di Inokulasi *P. capsici*



Tanaman F1(PR10.3.3.6×TB1.10.2.27) Sebelum dan Sesudah di Inokulasi *P. capsici*



Tanaman F1(PR10.3.3.6×CJ19) Sebelum dan Sesudah di Inokulasi *P. capsici*

Lampiran 13. Foto Tanaman Sebelum dan Sesudah Inokulasi *P. capsici*



Tanaman F1 F1_(PR10.3.4.24×TB1.10.2.27) Sebelum dan Sesudah di Inokulasi *P. capsici*



Tanaman F1 F1_(PR10.3.4.24×CJ19) Sebelum dan Sesudah di Inokulasi *P. capsici*



Tanaman F1 F1_(TB1.10.2.27×CM334) Sebelum dan Sesudah di Inokulasi *P. capsici*

Lampiran 14. Foto Tanaman Sebelum dan Sesudah Inokulasi *P. capsici*



Tanaman F1_(TB1.10.2.27×PR10.3.3.6) Sebelum dan Sesudah di Inokulasi *P. capsici*



Tanaman F1_(TB1.10.2.27×PR10.3.4.24) Sebelum dan Sesudah di Inokulasi *P. capsici*



Tanaman F1_(CJ19×CM334) Sebelum dan Sesudah di Inokulasi *P. capsici*

Lampiran 15. Foto Tanaman Sebelum dan Sesudah Inokulasi *P. capsici*



Tanaman F1_(CJ19×PR10.3.3.6) Sebelum dan Sesudah di Inokulasi *P. capsici*



Tanaman F1_(CJ19×PR10.3.4.24) Sebelum dan Sesudah di Inokulasi *P. capsici*